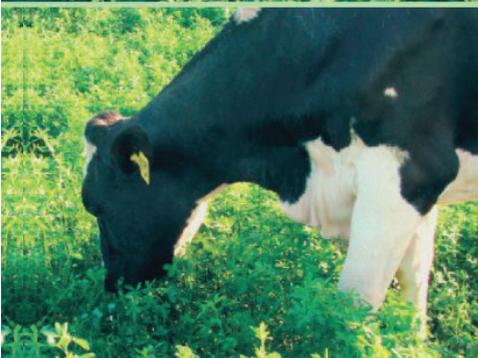


ALFAFA:

DO CULTIVO AOS MÚLTIPLOS USOS



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação

ALFAFA: DO CULTIVO AOS MÚLTIPLOS USOS

Missão do Mapa:
Promover o desenvolvimento sustentável
da agropecuária e a segurança e
competitividade de seus produtos

Brasília
Mapa
2020

© 2020 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

1ª edição. Ano 2020

Tiragem: 3.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação - SDI/MAPA

Departamento de Desenvolvimento das Cadeias Produtivas - DECAP/SDI

Coordenação-Geral de Produção Animal - CGPA

Endereço: Esplanada dos Ministérios, Bloco D, Edifício Anexo, Ala B, 1º andar, Sala 103.

Brasília/DF - CEP: 70.043-900

E-mail: cbpa@agricultura.gov.br

Coordenação Editorial – Assessoria Especial de Comunicação Social

Equipe técnica: André Brugnara Soares e Fabrício Juntolli (MAPA)

Contribuição Técnica: Duarte Vilela, Reinaldo de Paula Ferreira - EMBRAPA

Coordenação Editorial: Assessoria de Comunicação Social

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Catálogo na Fonte
Biblioteca Nacional de Agricultura – BINAGRI

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Alfafa : do cultivo aos múltiplos usos / Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. – Brasília : MAPA/AECS, 2020.

273 p. : il. color.

ISBN 978-65-86803-11-2

1. Alfafa. 2. Leguminosa. 3. Medicago Sativa. 4. Nutrição Humana. 5. Nutrição Animal. 7. Defesa Animal. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. II. Título.

AGRIS 1953

Autores

Alberto Carlos de Campos Bernardi

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Adônis Moreira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Energia Nuclear na Agricultura, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Alessandra de Carvalho Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Alexandre Magno Brighenti

Engenheiro-agrônomo, doutor em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Ana Cláudia Ruggieri

Engenheira-agrônoma, doutora em Zootecnia, professora da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP

André Brugnara Soares

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PB), Curitiba, PR.

Antonio Vander Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Ariel Sebastián Odorizzi

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agropecuárias, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Manfredi), Manfredi, Córdoba, Argentina

Claudio Haddad

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz!” (ESALQ – USP), Piracicaba, SP

Clélia Akiko Hiruma Lima

Bióloga, mestre em farmacologia e química de produtos naturais e doutora em Fisiologia, professora pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, SP

Daniele Cabral Michel

Engenheira-agrônoma, Mestre em Agronomia-Ciência do Solo, Doutoranda da UFLA, Rio de Janeiro, RJ

Daniel Horacio Basigalup

Engenheiro-agrônomo, Ph. D. em Melhoramento Genético Vegetal, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Manfredi), Manfredi, Córdoba, Argentina

Décio Karam

Engenheiro-agrônomo, doutor em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Dilermundo Miranda da Fonseca

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG

Duarte Vilela

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Eduardo Alberto Comeron

Engenheiro-agrônomo, Zootecnista, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Rafaela), Rafaela, Santa Fé, Argentina

Fabício Vieira Juntolli

Engenheiro-agrônomo, MBA em agronegócio, auditor fiscal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília, DF.

Fernando Campos Mendonça

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, professor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba, SP

Fernando Daniel Fava

Biólogo, mestre em Ciências Agropecuárias – Proteção Vegetal, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Manfredi), Manfredi, Córdoba, Argentina

Frank Akiyoshi Kuwahara

Zootecnista, doutor em Nutrição e Produção Animal, professor da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), Presidente Prudente, SP

Heraldo Cesar Gonçalves

Zootecnista, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Estadual Paulista na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Botucatu, SP.

Jerri Édson Zilli

Licenciado em Ciência Agrícolas, Doutor em Agronomia-Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Jorge Omar Gieco

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor da Universidade Nacional do Litoral, Esperanza, Santa Fé, Argentina

Laura María Celia Fontana

Engenheira-agrônoma, mestre em Ciências Agropecuárias – produção Animal, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Anguil), Anguil, La Pampa, Argentina

Luis Henrique de Barros Soares

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Biologia Celular e Molecular, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Maria Alejandra Moreno-Pizani

Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas, professora da Universidade Central da Venezuela, Maracay, Venezuela

Mariano Alende

Médico-veterinário, doutor em Ciências Animal e Veterinary, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Anguil), Anguil, La Pampa, Argentina

Maurício Marini Köpp

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Miguel Dalmo de Menezes Porto

Engenheiro-agrônomo, Ph. D. em Fitopatologia, professor da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS

Nora Estela Rodriguez

Professora de Ciências Naturais, especialista em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisadora do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Manfredi), Manfredi, Córdoba, Argentina

Oscar Tupy

Médico-veterinário, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Paulo Roberto de Lima Meirelles

Zootecnista, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Estadual Paulista na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Botucatu, SP

Raquel Ornelas Marques

Zootecnista, doutora em Zootecnia, pós-doutoranda em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Botucatu, SP

Reinaldo de Paula Ferreira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Ricardo Andrade Reis

Zootecnista, doutor em Zootecnia, professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP

Sandra Fabiana Eroles

Engenheira-agrônoma, pesquisadora do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – EEA Manfredi), Manfredi, Córdoba, Argentina

Vanda Helena Paes Bueno

Bióloga, doutora em Entomologia, professora da Universidade Federal de Lavras, MG

Apresentação

A obra “Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos” reúne um conjunto de contribuições que cobrem os tópicos de interesse de técnicos, estudantes, consumidores e, principalmente, pecuaristas. Textos escritos com esmero, bem ilustrados, editados e, ainda, juntam competência, originalidade, aliados a uma exposição focada, que prima pela clareza e objetividade. Cobrem temas de grande interesse econômico, descrevendo a cultura da alfafa em todos seus segmentos, desde os aspectos agrônômicos da planta em si (cultivo, pragas e doenças, irrigação, colheita), seu uso na dieta de bovinos (leite e carne), equinos, caprinos e pequenos animais (pets), bem como a sua utilização na indústria farmacêutica e cosmética e na alimentação humana (brotos de alfafa). Prima pela sobriedade e pragmatismo, sendo importante e acrescido à literatura de ciências agrárias.

A pecuária de corte está em franco desenvolvimento em todo o País e a de leite está deixando o pasto pelo confinamento nas principais regiões produtoras para se adaptarem às imposições do custo elevado da terra e da mão de obra nas áreas de grãos, cana de açúcar, café e frutas. Isto afeta intensamente a demanda de fatores de produção, como máquina e equipamento, animais de alto potencial genético, forrageiras de qualidade, sanidade animal e concentrado. O sistema de produção tem, no ambiente de terra e trabalho caros, lucratividade que precisa ser igual ou mais elevada que as alternativas disponíveis. Nos países avançados, com inverno muito frio e terra cara, a alternativa foi tirar o animal do pasto para o confinamento, liberando a terra para atividades de maior rentabilidade.

O elevado nível de produtividade animal exigido, tanto no confinamento como a pasto, impõe estratégias de pesquisas que se focam nesta condição e na eficiência econômica, dela decorrente. A alfafa mostra-se competitiva principalmente por reduzir e ou eliminar fontes de proteína, como o farelo de soja da dieta, item mais oneroso do concentrado. A opção de pesquisar forrageiras compatíveis com a elevada produtividade animal é uma imposição do cenário econômico que emerge nas regiões que também se adaptam às principais commodities. Responder aos sinais do mercado, os quais sempre devem ser considerados pelos técnicos, é o caminho mais seguro para o sucesso.

O cenário, rapidamente descrito, impõe pensar as estratégias de pesquisa, tendo em vista o custo de oportunidade da terra e da mão de obra, e também avaliar as estratégias da pesquisa aplicada numa visão macro, pensando na pecuária e também na agroindústria transformadora. A pecuária, seja de leite ou de corte a pasto sobreviverão, sem aderir a elevados níveis de produtividade? Quais as prioridades para a agricultura familiar? O volume de produção está correlacionado com a lucratividade e com a possibilidade de manter a família do produtor na atividade? Que rumos devem tomar as unidades de pesquisa especializadas em pecuária? Quais são as novas prioridades de pesquisa para uso da alfafa na pecuária e na agroindústria ou mesmo na alimentação humana? Estas questões me ocorreram ao dedicar tempo ao livro “Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos”. Algumas questões nasceram diretamente do livro, outras indiretamente de reflexões por ele inspiradas. E, por isto, recomendo aos profissionais de ciências agrárias, alunos e pecuaristas a sua leitura. Em tempos bicudos, o livro mostra a face vitoriosa do Brasil que dá certo! Estamos retribuindo à sociedade o apoio que nos tem dado.

Eliseu Roberto de Andrade Alves

Pesquisador e assessor da presidência da Embrapa

Agradecimientos

Agradecimentos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela contribuição técnica dos pesquisadores, Duarte Vilela e Reinaldo de Paula Ferreira, e pelo incentivo à participação dos autores dos 20 capítulos deste livro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por incentivar e viabilizar a participação de seus pesquisadores para a publicação deste livro.

Às 35 instituições e seus colaboradores que participaram de forma significativa na edição deste livro.

Sumário

1. Potencial de uso da alfafa na América Latina

Capítulo 1. Alfafa: potencial para apoiar a expansão da pecuária e os sistemas agroalimentar e agroindustrial da América Latina.....	15
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2. Aspectos agronômicos

Capítulo 2. Origem, disseminação, morfologia e fenologia.....	21
Capítulo 3. Cultivares na América Latina.....	42
Capítulo 4. Correção do solo, adubação e plantio.....	60
Capítulo 5. Fixação biológica do nitrogênio.....	65
Capítulo 6. Demanda hídrica.....	76
Capítulo 7. Manejo da forragem.....	91
Capítulo 8. Identificação e controle de plantas daninhas.....	98
Capítulo 9. Identificação e manejo de doenças.....	105
Capítulo 10. Identificação e controle das pragas.....	143
Capítulo 11. Produção de sementes.....	168

3. Utilização na alimentação

Capítulo 12. Produção de feno, péletes, silagem e pré-secado.....	183
Capítulo 13. Alfafa na alimentação de vacas de leite.....	197
Capítulo 14. Alfafa na alimentação de gado de corte.....	210
Capítulo 15. Alfafa na alimentação de caprinos de leite.....	221
Capítulo 16. Alfafa na alimentação de equinos.....	228
Capítulo 17. Alfafa na alimentação de pequenos animais.....	233

4. Utilização na agroindústria

Capítulo 18. Brotos de alfafa para a alimentação humana.....	246
Capítulo 19. Alfafa na indústria de cosméticos.....	255
Capítulo 20. Alfafa na indústria farmacêutica.....	264

1. Potencial de uso da alfafa na América Latina

CAPÍTULO 1: ALFAFA: POTENCIAL PARA APOIAR A EXPANSÃO DA PECUÁRIA E OS SISTEMAS AGROALIMENTAR E AGROINDUSTRIAL DA AMÉRICA LATINA

Duarte Vilela e Fabrício Vieira Juntolli

Os avanços nos sistemas agroalimentar e agroindustrial que agregam valor aos produtos sejam estes das cadeias produtivas de origem animal ou vegetal, demandarão cada vez mais inovações tecnológicas e gerenciais, que causem impactos sensíveis sobre os processos de comercialização e de relacionamento com os consumidores finais. Grande parte da agregação de valor a estes produtos, no futuro, virá de inovações derivadas dessas possibilidades, exigindo maior densidade nutricional e diversidade de aplicação.

Para que o mundo possa prover alimento em quantidade e qualidade é necessário investir em pesquisa, numa abordagem transdisciplinar, em sistemas cada vez mais complexos e com forte ênfase em tecnologias convergentes para garantir a oferta crescente de alimentos, preservando os recursos naturais e agregando valor ao produto. A migração de sistemas de produção com poucas atividades para aqueles mais complexos, será uma realidade nas próximas décadas, contribuindo com os processos cada vez mais dinâmicos que acompanharão a agroindústria que se descortina para o futuro.

Este cenário coloca a América Latina em evidência, pois tem experimentado modelo de desenvolvimento de sucesso, estruturado há décadas. Contudo, frente às dificuldades de competição das agroindústrias latino-americanas no contexto da globalização, este modelo apresenta fragilidade e os avanços que se teve no passado, dão lugar a novos paradigmas para viabilizar a revolução agro-sócio-ambiental nas próximas décadas. O avanço social das últimas décadas aponta para a necessidade de atenção ao crescimento e sofisticação na demanda por bens e serviços no futuro. Algumas agroindústrias precisam se reinventar a medida que cresce a pressão da sociedade por eficiência no uso dos recursos naturais, emergindo um novo padrão de produção focado na entrega de produtos com controle de qualidade, rastreados e de maior diversificação.

Segundo a ONU (2017), a população mundial em 2050 chegará a 9,8 bilhões de habitantes e o Brasil estará com 238 milhões, o que exigirá produzir 70% a mais de alimentos. Já o número de habitantes da América Latina e Caribe crescerá 25%, passando de 635 milhões atuais para 793 milhões em 2061, segundo a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (POPULAÇÃO..., 2015). A crescente demanda mundial por proteína de origem animal é evidente e estima-se, até 2025, aumento de 3% ao ano por carne e leite.

A América Latina e o Caribe possuem cerca de um terço dos recursos mundiais de água doce e mais de um quarto da terra cultivável do mundo. A produção agrícola na América Latina possui enorme variação, indo da subsistência ao agronegócio sofisticado. Hoje, cerca de 50% da produção de alimentos da Região vêm de seus 14 milhões de pequenos agricultores. Enquanto para muitos, isso significa a importância da pequena produção, para empreendedores representa um mercado – terras – a conquistar (AGROLAC 2017; BARBANTI JR., 2016).

Estudos chamam a atenção para os limites dos recursos de produção e os progressos tecnológicos, sugerindo que os próximos 50 anos serão de grandes dificuldades para a expansão da produção agrícola mundial. O cenário global é pouco otimista e exigirá novas estratégias e avanços científicos (BUAINAIN et al., 2014; FUGLIE et al., 2012).

O documento “Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira” (EMBRAPA, 2014), busca antecipar tendências e garantir o ajuste permanente das prioridades de pesquisa e de transferência de tecnologia. Inspira-se na inovação que se alicerça na lógica de cadeias produtivas, que são cada vez mais dependentes de conhecimento e tecnologias, e na convicção de que nenhuma organização ou grupo de cientistas detém sozinhas as competências para ajudar um país a enfrentar um ambiente cada vez mais complexo e dinâmico.

A busca por competitividade e modernização tecnológica em torno de um produto ou serviço, ampliando a capacidade de o país participar da corrida comercial no mercado cada vez mais globalizado, será uma constante.

A capacidade de geração de conhecimentos aplicados ao campo aumentou com a pesquisa e teve grande impacto na maneira de produzir, que passou de processos extrativistas e de subsistência para produção em escala, colocando a América Latina como exportadora. Estima-se que o agronegócio na região deva crescer cerca de 40% na próxima década, mas não será suficiente, e enfrentará sérias ameaças, como a dependência crescente de insumos importados, urbanização acelerada, concentração da atividade, barreiras sanitárias e câmbio.

Potencial existe. O Brasil é o maior produtor mundial de carne e o quarto maior produtor de leite de vaca. Possui 215 milhões de bovinos em 172 milhões de hectares de pastagens, apesar de 45% da área de maior concentração de atividade pecuária no país esteja com baixa produtividade, tendo como meta recuperar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até o ano 2020. A agricultura representa próximo de 23% das exportações da América Latina e 5% do produto doméstico bruto da região, segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Em termos mundiais, a América Latina representa 16% das exportações mundiais de produtos agrícolas e de alimentos (RABOBANK, 2017).

Para que a América Latina continue sendo a protagonista de crescimento sustentável a taxas superiores à registrada em todo o mundo, atuando de modo eficiente e com grande retorno econômico e social, deve-se dar ênfase a recursos que visem garantir a agregação de valores aos produtos. Culturas multifacetadas, com grande potencial de uso como a alfafa, pode sustentar este protagonismo.

Oriunda da Ásia, principalmente das terras áridas do Irã e Afeganistão, a alfafa (*Medicago sativa*) encontrou hábitat adequado nas terras férteis da Europa e dos Estados Unidos, países de clima temperado que investiram pesadamente em pesquisa nesta cultura. Na América Latina destaca-se na Argentina, Chile, Uruguai e, mais recentemente, no Sul do Brasil, podendo ser hoje cultivada na maior parte do território nacional.

No Brasil, a área com alfafa ainda é tímida, próximo a 40 mil ha, mas destaca-se pelo valor comercial para abastecer haras e, mais recentemente, sistemas intensivos de produção animal. É uma das forrageiras de maior potencial para a intensificação da produção de leite por apresentar elevada produtividade, baixa estacionalidade de produção, excelente qualidade da forragem e boa aceitabilidade, sendo, por isso, indicada para animais de alto valor genético (VILELA et al., 2008).

A Argentina, principal país produtor de alfafa da América Latina, possuía em 2015 cerca de quatro milhões de hectares destinados à produção de carne e de leite em sistemas de pastejo direto ou feno de alfafa. O país conta com uma rede de avaliação de cultivares comerciais que geram informações sobre a adaptabilidade e estabilidade destas cultivares em diferentes ambientes (BASIGALUP, 2016).

O complexo agroalimentar e agroindustrial tem como ponto de partida uma determinada matéria-prima básica, no caso específico deste livro, referimos à alfafa. Essa matéria-prima pode fazer parte de diferentes sistemas de produção ou processos industriais e comerciais, até se transformar em diferentes produtos, indo da pecuária à indústria farmacêutica e cosmética, passando pela alimentação humana, com características inigualáveis para recuperar solos degradados, fixar nitrogênio e se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas. Todo este potencial pode fazer com que ela contribua com o desenvolvimento de muitas regiões Latino-americanas.

Em muitos países o seu cultivo tem como destino principal a pecuária, sendo recomendada para formular ração para pets e participar na dieta de bovinos, equinos e caprinos, como volumoso e/ou complemento de concentrados proteicos. Muito comum seu comércio na forma desidratada, com a vantagem de ser transportada para locais distantes da área de produção, podendo ser utilizada na forma processada, em pellets, ou *in natura*, como feno.

Na indústria cosmética, seu estrato tem sido utilizado na composição de cremes para rejuvenescimento facial e tratamento capilar. Na indústria farmacêutica, é um poderoso medicamento no combate a distúrbios estomacais. Na culinária moderna, é um excelente alimento funcional e seus benefícios à saúde são muitos. Na pecuária intensiva moderna se destaca pelos atributos nutricionais incomparáveis que a confere índices elevados de produtividade de carne e de leite.

Nesse cenário promissor e de grande potencial de utilização, a América Latina pode sair na frente para apoiar a expansão dos sistemas agroalimentar e agroindustrial, tomando a alfafa como base de uma Plataforma para direcionar futuras pesquisas em Rede, gerando conhecimento para promover inovações e desenvolvimento tecnológico sustentável na região.

Um organograma conceitual do que se idealiza de uma Plataforma, estruturada em Rede virtual com temas prioritários para pesquisa, desenvolvimento e inovação, poderá nortear futuras pesquisas com alfafa na América Latina, seja na pecuária moderna ou na agroindústria transformadora.

Nesse contexto o livro “**Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**”, reunirá capítulos relevantes para o desenvolvimento sustentável da alfafa na América Latina, focados em resultados atuais de pesquisa, trazendo as inovações tecnológicas que poderão ser apropriadas pelo setor produtivo primário e industrial, destacando - se pela clareza e objetividade.

Nos primeiros capítulos são abordados os aspectos agrônômicos da cultura de alfafa, na sequência os tópicos que caracterizam o seu perfil multiuso, se aprofundando nas várias maneiras de utilizar a alfafa nos sistemas pecuários e agroindustriais, assim como na culinária moderna.

Referências

- AGROLAC. **A agricultura na América Latina e no Caribe (ALC)**. Disponível em: <<http://agrolac2025.org/wp-content/uploads/Folha-informativa1.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- BARBANTI JR., O. América Latina e a expansão do sistema agroalimentar corporativo. **Carta Capital**, 14 out. 2016. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/blogs/blog-do-gri/america-latina-e-a-expansao-do-sistema-agroalimentar-corporativo>>. Acesso em: 11 ago. 2017.
- BASIGALUP, D. H. Producción de alfalfa en Argentina. In: JORNADA NACIONAL DE FORRAJES CONSERVADOS, 7., 2016, Buenos Aires. [Resúmenes...] Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016. p. 83-85. (Colección divulgación).
- BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1182 p.
- EMBRAPA. **Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira**. Brasília, DF, 2014. 194 p.
- FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Ed.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Wallingford: CAB International, 2012. DOI: 10.1079/9781845939212.0000.
- ONU – **Organização das Nações Unidas diz que população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas em 2030**. Internacional. Agência Brasil. 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-06/onu-diz-que-populacao-mundial-chegara-86-bilhoes-de-pessoas-em-2030>
- POPULAÇÃO da América Latina pode aumentar 25% até 2061. **Revista Exame**, 8 out. 2015. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mundo/cepal-preve-que-populacao-da-america-latina-e-do-caribe-crescera-25-ate-2061/>>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- RABOBANK. **Annual report 2016**. [Amsterdam], 2017. 409 p. Disponível em: <<https://www.rabobank.com/en/images/annual-report-2016.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; RODRIGUES, A. de A.; RASSINI, J. B.; TUPY, O. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R.; CAMARGO, A. C.; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 441-455.

2. Aspectos agronômicos

CAPÍTULO 2. ORIGEM, DISSEMINAÇÃO, MORFOLOGIA E FENOLOGIA

Nora Estela Rodríguez, Sandra Fabiana Eroles, Daniel Horacio Basigalup e Maurício Marino Köpp

2.1 Origem e disseminação

Estima-se que desde 4.000 anos a. C. a alfafa seja cultivada no Paquistão e, a 3.000 e 2.000 a. C., no Afeganistão e na Caxemira. Os indícios mais antigos sobre a origem da alfafa datam de 10.000 a. C. e de 6.000 a. C., quando sementes de alfafa silvestre foram encontradas em amostras na Síria e no Irã, respectivamente (SHIFINO-WITTMANN, 2008). Na Turquia os registros mais antigos da utilização da alfafa datam de aproximadamente 1.300 a. C. (LANGER, 1995).

A alfafa teve importante papel no avanço das civilizações, pois era utilizada para a alimentação de cavalos. Assim, a alfafa foi cultivada e se propagou em diversas partes do mundo, porém tinha produção centrada no Oriente Médio até aproximadamente 1.200 a. C. Após esse período e graças às guerras lideradas por Dario em 490 a. C., a alfafa chegou à Grécia (SHIFINO-WITTMANN, 2008), país que foi o principal centro de propagação da cultura pelo mundo.

O gênero *Medicago* tem como centro de origem o noroeste do Irã e o nordeste da Turquia (QUIROS; BAUCHAN, 1998) regiões caracterizadas por inverno frio e verão seco e quente, com solos bem drenados e de pH próximo da neutralidade (MICHAUD et al., 1988). As formas mais antigas, perenes e preferencialmente alógamas teriam como centro de origem a costa norte do Mediterrâneo (SHIFINO-WITTMANN, 2008).

A alfafa pode ser encontrada em todo Oriente Médio e ela foi introduzida na Grécia, na antiga Mesopotâmia, aproximadamente 500 anos a. C. No século II a. C., ela chegou à Itália e se propagou em todo o Império Romano, sobretudo na Espanha, no norte da África e na França.

Com a invasão dos bárbaros e a queda do Império Romano (fim do século IV), seu cultivo desapareceu no sul da Europa. É possível que a alfafa tenha sido reintroduzida na Espanha e na França durante as conquistas árabes nos séculos VII e VIII, mas na França seu cultivo somente se efetivou em torno de 1550 (MICHAUD et al., 1988). Sua presença na Holanda e na Bélgica foi relatada em 1565, na Inglaterra em 1650, na Alemanha e na Áustria em 1750, na Suécia em 1770 e na Rússia durante o século XVIII.

Na Alemanha e no norte da França, a hibridação da subespécie sativa com a subespécie falcata permitiu enorme evolução da alfafa. Esse híbrido se propagou em todo o centro e o norte da Europa, o que fez esta leguminosa se afastar de seu hábitat seco e quente para regiões mais frias (LESINS; LESINS, 1979).

Com o descobrimento das Américas, no século XVI, portugueses e espanhóis introduziram-na no México e no Peru. Chegou aos Estados Unidos da América (EUA) provavelmente através da

fronteira mexicana, e na Argentina e no Chile, pelo Peru (HIJANO; BASIGALUP, 1995). Sua introdução na América do Norte ocorreu mais ou menos na metade do século XIX, por duas vias: i) no sul, ela veio do Chile para a Califórnia e do México para o Colorado; ii) no norte, ela veio do norte da Europa (MICHAUD et al., 1988). Foi nos EUA que a alfafa se expandiu de maneira mais extraordinária, e os registros a respeito da evolução da cultura nesse país relatam que os primeiros trabalhos científicos foram realizados entre 1903 e 1915, principalmente com ênfase no aspecto da resistência ao frio. Mais tarde, ocorreu o surgimento da murcha bacteriana (*Clavibacter michignensis* ssp. *insidiosus*). Os primeiros registros do interesse em introduzir alfafa nas áreas de campo nativo na região nordeste dos EUA datam de 1897 a 1909, quando Hanson coletou nas estepes da Sibéria um tipo de alfafa adaptada a essa condição. Esses materiais serviram de base para o programa de melhoramento de pastagens naturais de clima seco no Canadá. Desse programa resultou o lançamento da cultivar Rambler, em 1955, considerada um marco na evolução do cultivo de alfafa (HEINRICH, 1978).

Com a colonização da América do Sul e da América Central pelos espanhóis, a alfafa foi introduzida no México e no Peru. Do Peru, ela chegou ao Chile, à Argentina e ao Uruguai, aproximadamente em 1775. No Brasil, chegou no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se difundiu aos demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná (NUERNBERG et al., 1992). No Rio Grande do Sul, seu cultivo iniciou nos vales dos rios Caí, Taquari, Jacuí e Uruguai e nas encostas da serra do nordeste do Estado, onde foram instaladas colônias de imigrantes alemães e italianos (SAIBRO, 1985). Assim surgiu a população, hoje denominada de alfafa Crioula, resultado da ação conjunta da seleção natural e da seleção realizada pelo homem, uma vez que os produtores colhiam sementes de alfafais de quatro ou cinco anos de idade, selecionando as plantas mais persistentes (OLIVEIRA, 1991).

A Argentina, com mais de três milhões de hectares, é o principal país produtor de alfafa da América Latina. Deste total, cerca de 60% é de cultivo exclusivo de alfafa destinado principalmente à produção de leite e feno e, o restante, é de cultivo desta leguminosa consorciada com gramíneas temperadas para produção de carne. Em 2015 cultivou 850.000 ha de alfafa para produção de feno e 150.000 ha para produção de silagem. O pastejo direto em alfafa continua sendo importante no país. No ano agrícola 2015/2016 se comercializou no país 7.500 ton. de semente fiscalizada, das quais 42% foram de procedência nacional e 58% de origem importada (BASIGALUP, 2016).

Em razão do seu potencial de produção de forragem e da sua adaptação a diversas condições ambientais, a alfafa é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, com mais de 32 milhões de hectares de cultivo. Os EUA, a Rússia, o Canadá e a Argentina são os principais países produtores (COMERON et al., 2015).

2.2 Morfologia

A Morfologia Botânica é a ciência que estuda a forma das plantas, descrevendo a forma dos diferentes órgãos vegetais. Para maior clareza, os órgãos ou as estruturas da alfafa foram divididos em semente, raiz, coroa, talo, folha, flor e fruto.

Também será apresentada a fenologia da alfafa, incluindo a definição e caracterização dos estádios de maturação.

2.2.1 Semente

As sementes de alfafa possuem forma arredondada e coloração amarelada, porém, podem ser encontradas sementes de forma angular e de coloração que varia desde o verde-oliva a diferentes tonalidades de marrom (Figura 1).



Figura 1. Formas e cores das sementes de alfafa.

Fotos: Nora Estela Rodríguez.

As sementes, quando maduras, têm de 1 mm a 2 mm de comprimento, 1 mm a 2 mm de largura e 1 mm de espessura. Elas são constituídas pelo funículo, pelo tegumento externo (testa), pelo embrião e pelo endosperma (Figura 2). O funículo é quem mantém unida a semente ao fruto; ao secar o funículo, a semente se desprende e forma uma cicatriz chamada hilo. O tegumento externo é a capa externa que circunda a semente e lhe confere proteção; além disso, ele é responsável pela cor da semente.

Do embrião se originará a futura plântula, na qual se encontra a radícula, o hipocótilo, a plúmula e os cotilédones. A radícula, que durante a germinação emerge através da micrópila, formará a raiz. Em posição oposta, o hipocótilo dará origem à parte aérea da plântula. Por sua vez, a plúmula, que é um esboço formado por pequenas e finíssimas folhas, ao se desenvolver, originará o talo. Os cotilédones, grossos e carnudos, armazenam a maioria do tecido de reserva para o desenvolvimento do embrião. Por último, o albume é um tecido de reserva que, no caso da alfafa, é pequeno e cuja principal função é a de facilitar o processo de germinação.

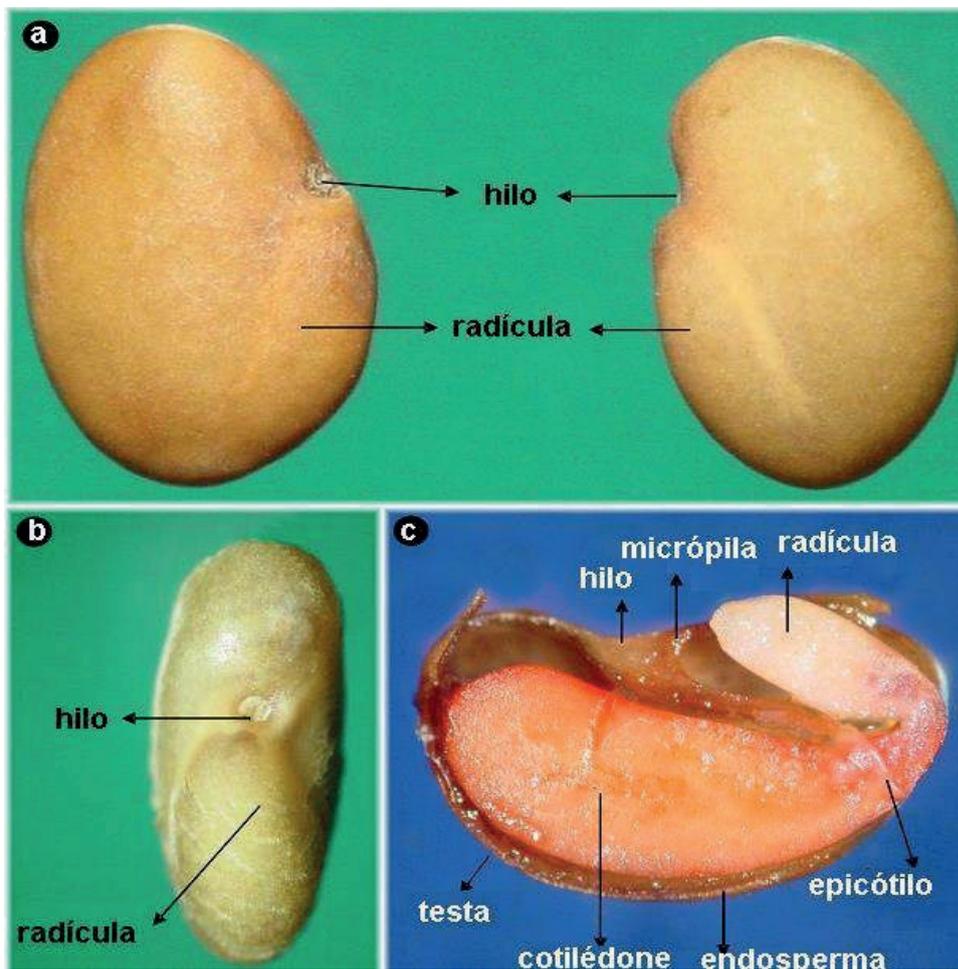


Figura 2. Partes da semente de alfafa. Seção externa: vista lateral (a) e vista frontal (b). Seção interna: vista em corte transversal (c).
Fonte: Del Pozo Ibañez (1977).

No processo de germinação, a semente, em contato com o solo úmido, inicia a absorção de água e desencadeia uma série de transformações que se resume no desenvolvimento de uma raiz (partindo da radícula preexistente na semente) e de um pequeno talo que cresce até surgirem os cotilédones acima da superfície do solo (Figura 3). Estes processos se realizam à custa das reservas existentes na semente (DEL POZO IBAÑEZ, 1977).



Figura 3. Germinação da semente de alfafa: emergência da radícula (a) e desenvolvimento da plântula, com aparecimento dos cotilédones (b).

Fotos: Nora Estela Rodríguez

Para que as sementes possam absorver água, é necessário que o solo possua umidade suficiente. No entanto, para o seu desenvolvimento, a plântula também precisa de condições mínimas de aeração, pois o excesso de umidade pode paralisar a germinação, devido à redução do volume de poros livres no solo. Porém, na alfafa é comum a presença de “sementes duras”, que são aquelas incapazes de se embeber de água, mesmo em condições ótimas de umidade. Este fenômeno, que é um mecanismo de sobrevivência da espécie, se deve ao aumento da espessura das paredes das células que formam o tegumento externo, o qual constitui uma barreira física para a absorção de água. A porcentagem de sementes duras, que pode ser alta no momento da colheita, diminui com o tempo. O melhor método para eliminar as sementes duras é a escarificação mecânica, que consiste em colocar as sementes sob ação de uma superfície abrasiva.

À medida que o desenvolvimento da parte aérea da plântula continua, o hipocótilo cresce e expõe os cotilédones acima da superfície do solo (Figura 4a). Posteriormente, a plântula exhibe primeiro uma folha unifoliada (Figuras 4a1, b e b1) e em seguida as folhas trifoliadas, também chamadas de folhas “verdadeiras” (Figura 5).

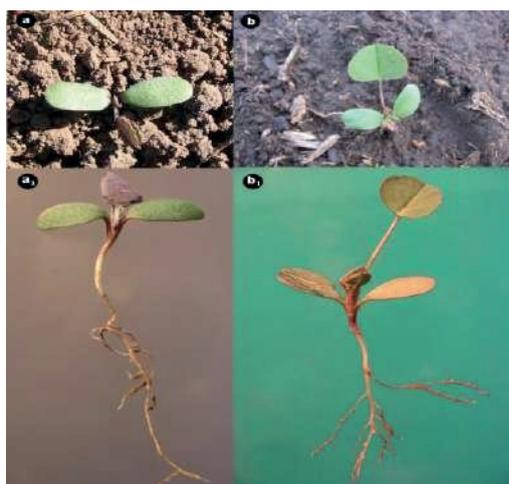


Figura 4. Primeiras etapas do desenvolvimento vegetativo da alfafa: cotiledonal: (a e a₁) e folha unifoliada (b e b₁).

Fotos: Nora Estela Rodríguez

2.2.2 Raiz

Em geral, o sistema radicular da alfafa é robusto e profundo, e sua função principal é a absorção de água. Se não existirem impedimentos no perfil do solo, a raiz pode alcançar de 2 m a 5 m de profundidade com dois a quatro anos de vida (Figura 6). Isso possibilita à planta absorver água das camadas profundas do solo e confere à alfafa a reputação de espécie tolerante à seca.

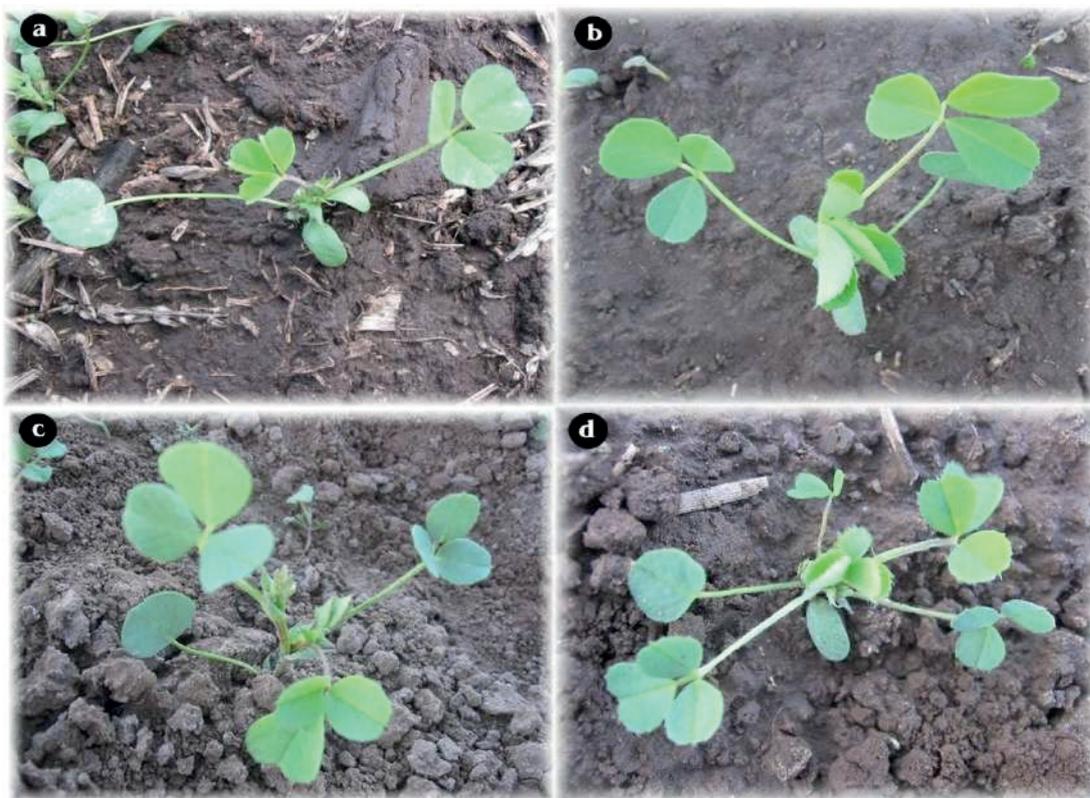


Figura 5. Primeiras etapas do desenvolvimento vegetativo da alfafa, com a aparição de uma (a), duas (b), três (c) e (d) quatro folhas trifoliadas.

Fotos: Nora Estela Rodríguez



Figura 6. Raízes de alfafa com dois anos de cultivo que atingiram 1,40 m de profundidade do solo.

Fonte: Adaptado de Goplen et al. (1980)

O sistema radicular da alfafa pode ser classificado em quatro tipos: raiz pivotante, ramificada, rizomatosa e rasteira (GOPLIN et al., 1980; HEINRICHS, 1968; PÉREZ DE PEREYRA; AGUILAR DE ESPINOSA, 2002). Em cultivares sem repouso invernal (GRI 8-11), normalmente se observa a presença de raiz pivotante, sem muitas ramificações (Figura 7a). As cultivares com repouso invernal intermediário ou moderado (GRI 4-7) costumam apresentar alto número de raízes secundárias denominada ramificada (Figura 7b). Já as cultivares com acentuado repouso invernal (GRI 1-3), as raízes laterais possuem gemas das quais se originam talos que, ao emergirem do solo, formarão novas brotações. Quando as gemas ativas são somente uma ou duas e as brotações se desenvolvem a pouca distância da planta original, essas raízes se denominam rizomatosas (Figura 7c); ao contrário, se as gemas ativas são várias e as brotações cobrem uma extensão de certa magnitude, essa raiz se denomina rasteira (Figura 7d). A raiz pivotante está associada a cultivares de alfafa da espécie *Medicago sativa*, enquanto a presença de raízes ramificadas, rizomatosas ou rasteiras, está associada às espécies *M. falcata* e *M. varia*.

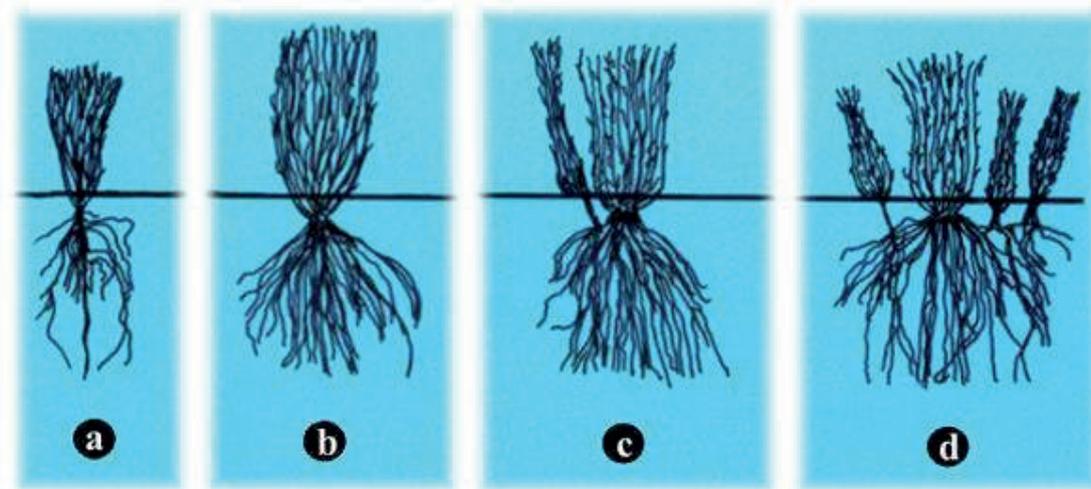


Figura 7. Tipos de raízes de alfafa: pivotante (a), ramificada (b), rizomatosa (c) e rasteira (d).
 Fonte: Adaptado de Goplen et al. (1980)

2.2.3 Talo e coroa

O talo apresenta nós de onde nascem as folhas. O número de talos depende da idade e do vigor da planta, podendo chegar a 20 talos/planta (Figura 8). O crescimento dos talos é induzido pelo tipo de utilização da planta (pastejo ou corte).



Figura 8. Talos de alfafa com nós de onde saem as folhas trifoliadas.
 Fotos: Nora Estela Rodríguez

As cultivares sem repouso invernal apresentam talos de porte ereto, enquanto as cultivares de repouso intermediário ou as cultivares de repouso acentuado possuem talos de porte semi-ereto ou semi-rasteiro, respectivamente.

À medida que a planta se desenvolve, forma-se na sua base, entre a parte aérea e a raiz, um conjunto de talos novos e de talos velhos. Esta estrutura é denominada de coroa (Figura 9), que na planta adulta é formada por talos perenes.

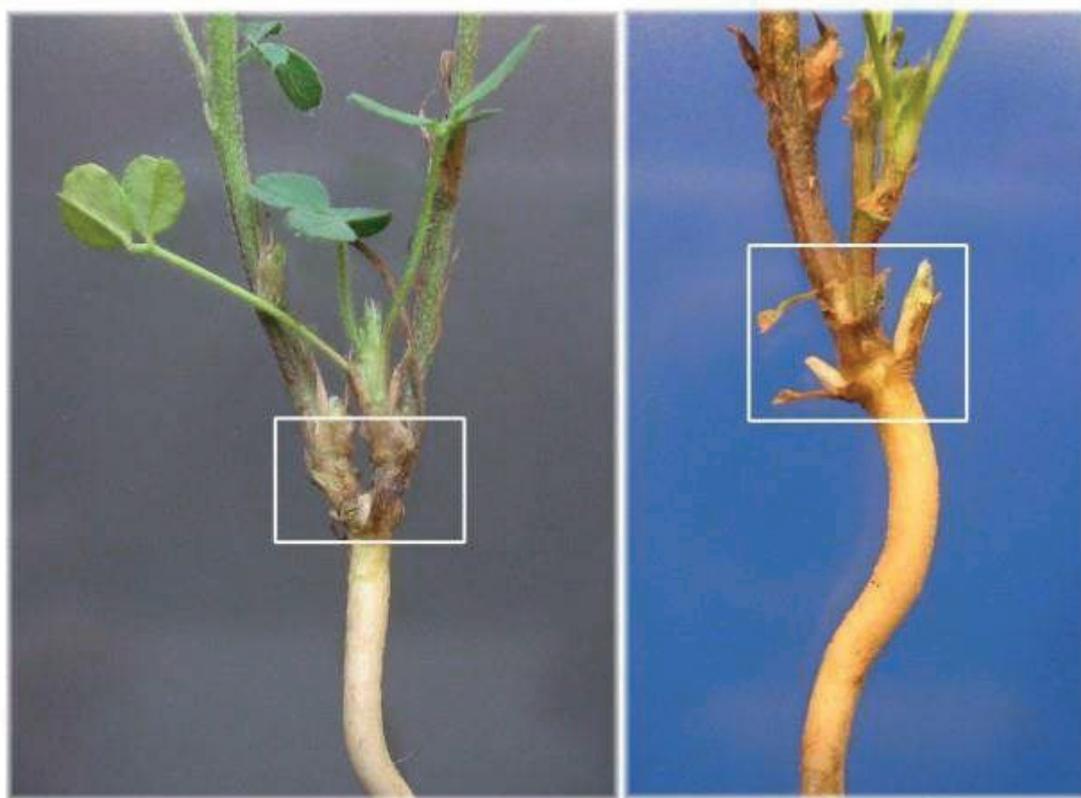


Figura 9. Fases iniciais da formação da coroa em plantas de alfafa de quatro meses de cultivo.

Fotos: Nora Estela Rodríguez

A coroa não é uma estrutura simples nem única, e sim uma zona complexa formada por várias estruturas independentes (TEUBER; BRICK, 1988). Embora Stewart (1926) tenha sugerido que a coroa fosse formada somente por tecidos perenes provenientes do talo, Simonds (1935) concluiu que está envolvida na formação dessa estrutura também a parte superior da raiz. De qualquer forma, a delimitação morfológica exata da coroa tem pouca importância, pois o período de seca, o período de frio, as práticas culturais, os ataques de pragas e de doenças, o vigor geral e a idade das plantas influenciam a quantidade e a qualidade das partes vegetativas que podem interferir na conformação da coroa (GROVE; CARLSON, 1972).

Além de sua constituição morfológica, é conveniente ressaltar a importância funcional da coroa como estrutura armazenadora de substâncias de reserva e local de gemas, de onde sairão as novas brotações da planta. O ciclo de acumulação e de utilização de substâncias de reserva é fundamental para a persistência da alfafa e condiciona as práticas de manejo.

O tamanho (pequeno, médio, grande, etc.) e o tipo (compacta ou fechada, intermediária, aberta, etc.) da coroa dependem de fatores genéticos e de fatores ambientais (Figura 10). Em geral, as cultivares sem repouso invernal têm coroas pequenas e compactas, enquanto aquelas de maior repouso invernal tendem a ter coroas mais longas e abertas. Não obstante, diversos fatores, tais como a densidade de plantas, o tipo de solo, o ataque de pragas e de doenças, o pisoteio pelos animais ou o dano com maquinaria, podem influir grandemente nas características da coroa.



Figura 10. Coroa de diferentes tipos e tamanhos em plantas de alfafa de um (a), dois (b) e três (c) anos de cultivo.

Fotos: Nora Estela Rodríguez

2.2.4 Folha

A primeira folha da plântula de alfafa é unifoliolada e de forma orbicular. As segundas e as subseqüentes são pinadicompostas, imparipenadas e na maioria das vezes trifolioladas. As folhas propriamente ditas, que se unem ao talo pelo pecíolo, se compõem de três folíolos peciolados. Os folíolos são normalmente oblongos ou obovados, mas podem ser encontradas desde formas arredondadas até obovado-oblongas, inclusive lineares (Figura 11).

As folhas se originam do ápice do talo, quando a planta já está desenvolvida, mas podem nascer também das gemas laterais localizadas nos talos.

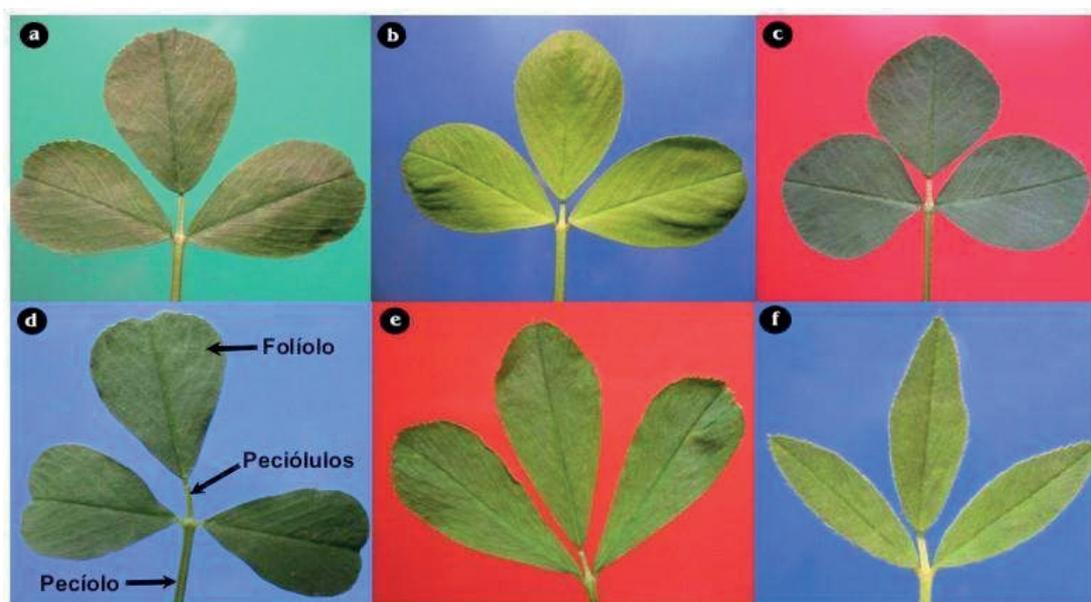


Figura 11. Formas de folíolos em folhas trifolioladas de alfafa: obovada (a), oblongas (b), arredondados (c), cordiforme (d), espatulados (e) e lineares (f).

Fotos: Nora Estela Rodríguez

Usualmente a borda dos folíolos é dentada somente no terço superior, embora essa borda dentada possa estender-se até a metade superior e também incluir o terço inferior (Figura 12). A distribuição das bordas dentadas guarda relação com a forma dos folíolos.



Figura 12. Distribuição da borda dentada da lâmina dos folíolos: somente no terço superior (a), até a metade superior (b) e até no terço inferior (c).

Fotos: Nora Estela Rodríguez

As folhas se dispõem ao longo do eixo do talo em forma alternada. Na formação das folhas se observam as estípulas (Figura 13), que são apêndices delgados semelhantes a pequenas folhas situadas na base do pecíolo e aderidas a seus lados. As estípulas são normalmente laciniadas (Figura 13a), mas também existem as lisas (Figura 13b).



Figura 13. Tipos de estípulas que se observam em folhas de alfafa: (a) laciniada, em uma planta de três anos; (b) lisa, em uma planta de um ano de idade.

Fotos: Nora Estela Rodríguez

A nervura central do folíolo é proeminente e se estende ao longo da lâmina; dela partem outras nervuras laterais pinadas, que se subdividem e formam uma rede. As nervuras são mais notáveis na face abaxial (inferior) do folíolo, que é pubescente. Observação microscópica da folha indica que os estômatos (aberturas ou poros por onde se realiza a troca gasosa nas folhas) são mais numerosos na face superior e no ápice do folíolo.

Mesmo que a folha trifoliada seja a situação normal, encontram-se folhas com quatro (tetrafolioladas), cinco (pentafolioladas) ou mais folíolos, recebendo então o nome de folhas multifolioladas (Figura 14).

2.2.5 Flor

A flor se desenvolve quando o ápice do talo passa do estágio de crescimento vegetativo ao reprodutivo. Esta mudança, denominada de transição, inicia com a presença de uma protuberância na axila do primórdio foliar, adjacente ao ápice do talo. De cada primórdio se origina uma inflorescência em forma de racimo simples (Figura 15).

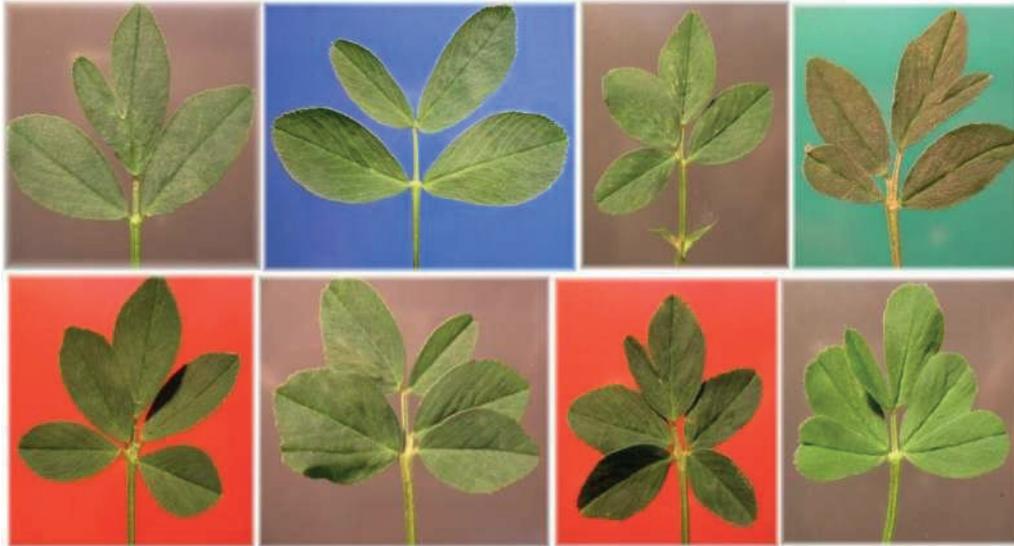


Figura 14. Folhas multifolioladas de alfafa, exibindo de quatro até seis folíolos.
Fotos: Nora Estela Rodríguez



Figura 15. Inflorescência da alfafa: rácimo com botões florais (a) e rácimo com duas flores abertas (b).
Fotos: Nora Estela Rodríguez

A flor da alfafa é completa e é formada pelo cálice, pela corola, pelos estames e pelo gineceu (Figura 16).

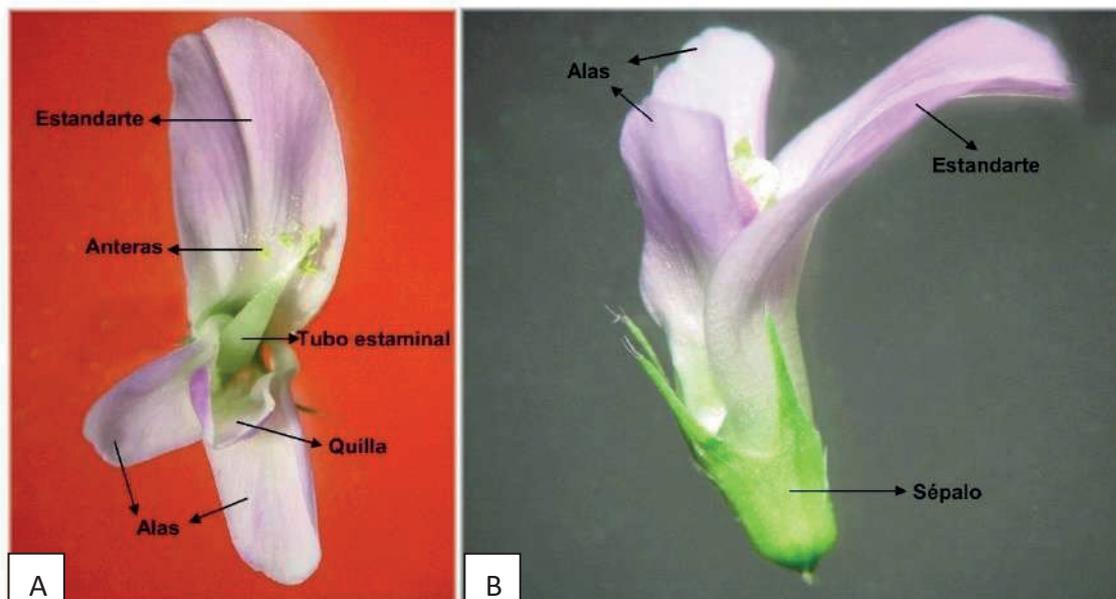


Figura 16. Estrutura da flor da alfafa: vista superior (a) e vista lateral (b).
Fotos: Nora Estela Rodríguez

O cálice consta de cinco sépalas soldadas que formam um tubo, com cada sépala terminando em um lóbulo ou dente (Figura 16b). A corola é formada por cinco pétalas diferentes: o estandarte, que é a pétala superior e a maior das cinco; as asas, que são duas pétalas menores situadas ao lado do estandarte; e a quilha, que está envolvida pelas asas e que se forma por duas pétalas soldadas, localizadas mais internamente (Figura 16a).

Os estames são em número de dez e estão divididos em dois grupos: um grupo constituído por nove estames, unidos pela base, e outro, formado pelo décimo estame, que está livre e mais perto do estandarte. Esta disposição, chamada de diadelfia, indica que os estames da alfafa são diadelfos. Os filamentos dos nove estames unidos têm comprimento diferente e, ao se fundirem para formar o tubo, alternam-se os compridos com os curtos. Pelo interior do tubo que formam passa o estilo, que termina em um estigma rodeado pelas anteras dos estames fundidos. O gineceu apresenta um carpelo, que se desenvolve em ovário, possuindo estilo e estigma bem definidos (DEL POZO IBAÑEZ, 1977).

A flor é geralmente de cor púrpura, com extremos que vão desde o violeta-claro ao roxo-escuro (Figura 17). Também se podem encontrar flores brancas, amarelas ou variegadas, isto é, apresentam misturas de cores ou de tonalidades que mudam à medida que a flor se desenvolve (BURKART, 1952).



Figura 17. Algumas cores de flor de alfafa. Em sentido horário: azulada, violeta-claro, púrpura-claro e púrpura-escuro.
Fotos: Nora Estela Rodríguez

2.2.6 Desenvolvimento floral e polinização

As asas, na corola, possuem na base pequenos apêndices semelhantes a ganchos, que mantêm unida e rígida a coluna estaminal; esta, por sua vez, contém o estilo que está empacotado no seu interior. Desse modo, a polinização somente é possível quando – ao se separarem as asas por meio de um processo denominado de desenlace floral – a coluna estaminal libera e expõe o estigma ao contato com o pólen (Figura 18). O movimento brusco produzido ao se libertar a coluna estaminal provoca a abertura das anteras maduras e, conseqüentemente, a disseminação dos grãos de pólen.

Diversos mecanismos naturais podem provocar o desenlace floral, tais como a ação de insetos e as variações de temperatura, de umidade e de velocidade do vento. O homem também pode provocar este mecanismo artificialmente, por meio de movimentos produzidos com as mãos ou com diversos instrumentos. A flor pode fecundar-se com seu próprio pólen (autofecundação ou autogamia) ou

com o pólen de outra flor (fecundação cruzada ou alogamia). A alfafa é uma espécie de fecundação preponderantemente alógama, favorecida por mecanismos naturais de autoincompatibilidade e de autoesterilidade (VIANDS et al., 1988).



Figura 18. Desenvolvimento floral da alfafa (a) flor fechada, sem separação das asas; e (b) flor aberta, com exposição do estigma e dos estames.

Fotos: Nora Estela Rodríguez

Em condições naturais, a polinização da alfafa é entomófila e é feita principalmente pela ação de abelhas e de besouros. Quando os insetos pousam na flor para coletar o néctar e/ou colher o pólen, a pressão que eles exercem sobre a flor é suficiente para provocar o desenlace floral, o qual faz com que a coluna estaminal impacte seu abdômen. Como os insetos visitam flores de várias plantas em forma sucessiva, seu abdômen está sempre carregado de pólen de diferentes plantas, o que assegura a alogamia. Estima-se que cerca de 85 % a 95 % das flores são fecundadas por este mecanismo (DEL POZO IBAÑEZ, 1977).

2.2.7 Fruto

O fruto de alfafa é do tipo legume ou vagem, monocarpelar, seco e indeiscente, geralmente alongado e comprimido, com as sementes alinhadas na fileira ventral (Figura 19). A bainha, devido ao seu encurvamento, desenvolve uma espiral que geralmente possui uma espiro com autofecundação e de três a cinco espiras com fecundação cruzada. A direção da espiro pode ser dextrógira (em sentido horário) ou levógira (em sentido anti-horário). Cada fruto contém número

variável de sementes arredondadas: duas a três com autofecundação e nove sementes com fecundação cruzada (TEUBER; BRICK, 1988).



Figura 19. Momentos na evolução do fruto de alfafa, pouco depois da fecundação da flor (em cima, à esquerda) até a vagem madura com várias espiras (abaixo, à direita).

Fotos: Nora Estela Rodríguez

2.3 Fenologia

Conhecer a fenologia da alfafa implica em caracterizar a evolução do desenvolvimento morfológico das plantas e é importante para definir o manejo e a utilização desta forrageira. Baseado na altura das plantas e na sucessão dos estádios vegetativos e reprodutivos estabeleceram-se quatro categorias básicas de estádios fenológicos: vegetativo, botão floral, floração e frutificação.

Embora esta classificação seja uma forma simples de determinar o momento adequado de utilização da forragem, ela não considera as mudanças de qualidade que se sucedem ao longo das distintas fases de crescimento, em que o ambiente e a fisiologia das plantas influenciam a qualidade da forragem (FICK; MUELLER, 1989; KALU; FICK, 1981; SANDERSON; WEDIN, 1989). Neste contexto, Kalu e Fick (1981), baseado na altura das plantas e na presença/ausência de distintos órgãos nos talos, definiram 10 (0 a 9) estádios de maturação da alfafa: três vegetativos, dois de botão floral, dois da floração e três da frutificação. Estes estádios são:

ESTÁDIO VEGETATIVO: fases iniciais do desenvolvimento, sem estruturas reprodutivas.

Estádio 0 (vegetativo precoce): a altura dos talos é menor que 15 cm e as gemas axilares não são visíveis devido a seu desenvolvimento inicial (Figura 20).

Estádio 1 (vegetativo médio): a altura dos talos é de 16 a 30 cm e como consequência do desenvolvimento das gemas axilares, se observam uma a duas folhas novas nas axilas das folhas velhas.

Estádio 2 (vegetativo tardio): a altura dos talos é superior a 30 cm e se observam ramificações das gemas axilares.

ESTÁDIO DE BOTÃO FLORAL: a partir deste momento se inicia a diferenciação dos meristemas reprodutivos e se visualizam os botões florais. As gemas reprodutivas aparecem próximas ao ápice do talo principal e nas suas ramificações. Próximo aos primórdios foliares forma uma estrutura globular, facilmente reconhecível pelo tato ou visualmente.

Estádio 3 (botão floral precoce): as gemas dos botões florais se visualizam somente em um ou dois nós. Os botões florais, em cada rácimo, se encontram muito próximos entre si.

Estádio 4 (botão floral): três ou mais nós apresentam com inflorescência visível e apresenta uma clara separação dos botões florais no rácimo (Figura 20).

ESTÁDIO DE FLORAÇÃO: quando as condições ambientais (fotoperíodo e temperatura) permitem, as flores se abrem e tornam visíveis. A floração é a expressão do estado reprodutivo da planta.

Estádio 5 (floração precoce): observa-se uma ou mais flores abertas no rácimo floral de um nó do talo. Considera-se uma flor aberta quando o estandarte da flor se desprende.

Estádio 6 (floração tardia): o talo apresenta com pelo menos dois nós com flores abertas. A diferença do anterior é que se observa uma maior quantidade de inflorescência no talo (Figura 20).

ESTÁDIO DE PRODUÇÃO DE SEMENTES: Abrange o desenvolvimento dos frutos e sementes, que se inicia após a polinização das flores.

Estádio 7 (frutificação precoce): um a três nós contém uma vagem recém formada, de coloração verde. Pode-se contar uma ou mais vagens em cada rácimo. Muitas das frutificações se encontram principalmente na porção média do talo, nas partes apicais da planta ainda se observam flores.

Estádio 8 (frutificação tardia): quatro ou mais nós apresentam vagens verdes, porém formadas e espiraladas. Os talos mais velhos se encontram muito ramificados e com uma baixa proporção de folhas.

Estádio 9 (vagens maduras): a maioria das vagens, já maduras, apresentam cor marrom e secam (Figura 20). A proporção de folhas é muito baixa e os talos são muito fibrosos. Este é o momento apropriado para a colheita das sementes.



Figura 20. Detalhe de plantas no estágio 0 (a), estágio 4 (b), estágio 6 (c) e estágio 9 (d) de desenvolvimento.

Embora se empregue a altura dos talos para definir os estádios vegetativos, sua utilização deve ser feita com cautela. Devido à influência das condições ambientais no crescimento das plantas, a altura dos talos não necessariamente representa seu estágio de maturação. Isto é particularmente crítico em períodos de deficiência hídrica, em que as plantas não alcançam altura adequada e tendem a iniciar seu desenvolvimento reprodutivo, acelerando sua maturação. Portanto, embora a altura da planta constitua uma variável prática para estimar o grau de maturação, deve considerar esta variável com cuidado para não cometer erros de avaliação.

Referências

- BASIGALUP, D. 2016. Producción de Alfalfa en Argentina. In: JORNADA NACIONAL DE FORRAJES CONSERVADOS, 7., 2016, Buenos Aires. [Resúmenes...] Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016. p. 83-85. (Colección divulgación).
- BURKART, A. E. **Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas**: descripción sistemática de la familia, los géneros y las principales especies, de su distribución y utilidad en el país y en las regiones limítrofes. 2. ed. Buenos Aires: Acme Agency, 1952. 569 p.
- COMERON, E. A.; FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; KUWAHARA, F. A.; TUPY, O. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; CAMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa Sede, 2015. p. 131-149.
- DEL POZO IBAÑEZ, M. **La Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento**. 2. ed. Madrid: Mundi- Prensa, 1977. 379 p.
- FICK, G. W.; MUELLER, S. C. **Alfalfa**: quality, maturity, and mean stage of development. New York: Cornell Cooperative Extension, 1989. 14 p. (Information bulletin, 217).
- GOPLIN, B. P.; BAENZIGER, H.; BAILEY, L. D.; GROSS, A. T. H.; HANNA, M. R.; MICHAUD, R.; RICHARDS, K. W.; WADDINGTON, J. **Growing and managing alfalfa in Canada**. Ottawa: Agriculture Canada, 1980. 49 p. (Publication, 1705).
- GROVE, A. R.; CARLSON, G. E. Morfología y anatomía. In: HANSON, C. H. (Ed.). **Ciencia y tecnología de la alfalfa**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1972. Tomo I, p. 145-166.
- HEINRICHS, D. H. The future of alfalfa for pasture in dry regions and research requirements. In: BARNES, D. K. (Ed.). **Report of the 26th Alfalfa Improvement Conference**. St. Paul: USDA-ARS, 1978. p. 47-48.
- HEINRICHS, D. H. **Alfalfa in Canada**. Ottawa: Canada Department of Agriculture, 1968. 28 p. (Publication, 1377).
- HIJANO, E. H.; BASIGALUP, D. H. El cultivo de la alfalfa en la República Argentina. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Cuyo: INTA, 1995. p. 11-18.
- KALU, B. A.; FICK, G. W. Quantifying morphological development of alfalfa for studies of herbage quality. **Crop Science**, v. 21, n. 2, p. 267-271, 1981. DOI: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100020016x.
- LANGER, A. M. Alfalfa, lucerne. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. Harlow: Longman, 1995. p. 283-286.
- LESINS, K. A.; LESINS, I. **Genus *Medicago* (Leguminosae)**: a taxogenetic study. The Hague: Dr. W Junk bv Publishers, 1979. 228 p.
- MICHAUD, R.; LEHMAN, W. F.; RUMBAUGH, M. D. World distribution and historical development. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1988. p. 25-91.
- NUERNBERG, N. J.; MILAN, N. A.; SILVEIRA, C. A. M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri, 1992. 86 p.

- OLIVEIRA, P. R. **Avaliação da variabilidade genética e seleção de plantas de alfafa crioula (*Medicago sativa* L.)**. 1991. 153 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PÉREZ DE PEREYRA, A. I.; AGUILAR ESPINOSA, N. B. **Diccionario bilingüe de términos de interés para las ciencias agropecuarias: inglés-español e español- inglés**. Córdoba: Comunicarte, 2002. 192 p.
- QUIROS, C. F.; BAUCHAN, G. R. The genus *Medicago* and the origin of the *Medicago sativa* complex. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1988. p. 93-124.
- SAIBRO, J. C. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 1, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1985. p. 61-106.
- SANDERSON, M. A.; WEDIN, W. F. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 6, p. 864-869, 1989. DOI: 10.2134/agronj1989.00021962008100060005x.
- SIMONDS, A. O. Histological studies on the development of the root and crown of alfalfa. **Journal of Science**, v. 9, n. 4, p. 641-659, 1935.
- SHIFINO-WITTMANN, M. T. S. Alfafa. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 89-120.
- STEWART, G. **Alfalfa growing in the United States and Canada**. New York: MacMillan, 1926.
- TEUBER, L. R.; BRICK, M. A. Morphology and anatomy. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 125-162. (Agronomy, 29).
- VIANDS, D. R.; SUAN, P.; BARNES, D. K. Pollination control: mechanical and sterility. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 931-960. (Agronomy, 29).

CAPÍTULO 3. CULTIVARES NA AMÉRICA LATINA

Daniel H. Basigalup , Ariel Sebastián Odorizzi e Reinaldo de Paula Ferreira

A área de cultivo de alfafa na América Latina é muito heterogênea, passando dos 3,2 milhões de hectares que a Argentina cultiva atualmente, para 35 mil hectares no Brasil. As formas de utilização são variadas, vão desde o uso exclusivo para corte para se produzir feno até o uso em pastejo direto para a produção de carne ou de leite. As diferentes condições edafoclimáticas da região também causam mudanças significativas em termos de potencial de produção, persistência e manejo de cultivo. Comentário semelhante pode ser feito com relação ao número de cultivares disponíveis em cada país. Neste capítulo, discutiremos as particularidades de cada país da América Latina em que o cultivo da alfafa é importante e alguns critérios para a escolha das cultivares.

5.1 Critérios para a escolha da cultivar

A escolha da cultivar para plantar pelo produtor - especialmente nos casos em que o fornecimento de cultivares é muito abundante - deve considerar o grau de repouso invernal (GRI), o potencial de produção de forragem e sua distribuição estacional, a persistência e os níveis de resistência combinada para as principais pragas e doenças (POOLE et al., 2003). De todos eles, o potencial de produção de forragem é, provavelmente, o mais importante para o produtor.

5.1.1 Repouso invernal. É uma característica genética da alfafa pela qual, em resposta à diminuição do fotoperíodo e às baixas temperaturas do outono-inverno, as plantas reduzem seu crescimento (McKENZIE et al., 1988). Este mecanismo permite a persistência das plantas em regiões de inverno rigoroso. Durante a preparação para o repouso invernal, a planta acumula carboidratos e compostos de nitrogênio na raiz e na coroa, o que permite não só sobreviver ao inverno, mas também para reiniciar o crescimento na primavera seguinte. A caracterização do grau de repouso invernal é feita com base na altura de rebrota que se mede 25-30 dias após o último corte do outono, de acordo com uma escala que contempla incrementos de 5 cm entre os graus 1 (extremamente com repouso) a 11 (extremamente sem repouso), utilizando cultivares controle (TEUBER et al., 1998). Contudo, Teuber et al. (1995) já havia apontado que a altura de rebrota para a mesma cultivar pode variar entre os momentos de corte ou os lugares de medição e, portanto, não constitui necessariamente um indicador confiável para a estimativa do GRI. As cultivares com repouso (GRI 1-4) são adaptadas aos climas frios e concentram sua produção em meados/fim da primavera-verão. Por outro lado, as cultivares sem repouso (GRI 8-11) são menos subordinadas ao fotoperíodo e continuam seu crescimento, com temperatura acima de 5°C (POOLE et al., 2003). As cultivares com repouso intermediário (GRI 5-7) estão

obviamente localizadas entre as duas extremidades. Marble (1986) menciona que as cultivares GRI 1-3 não são afetadas pela geada, e as cultivares GRI 8-11 podem ser danificadas por temperaturas abaixo de -1°C , portanto, recomenda que as últimas sejam usadas em áreas temperadas e tropicais. Em geral, na América Latina, são usadas cultivares de GRI 4 a 10.

Normalmente, as cultivares com repouso invernal exibem talos curtos e prostradas no outono, têm um pico de produção na primavera e têm baixas taxas de alongamento de brotação durante o verão. Por outro lado, as cultivares sem repouso invernal continuam a crescer durante o outono e possuem talos mais eretos, com maiores taxas de crescimento durante a primavera e o verão (SHEAFFER et al., 1992). Outro aspecto que poderia estar relacionado com o repouso invernal é a qualidade da forragem; os talos mais eretos e fibrosos das cultivares sem repouso invernal podem diminuir a digestibilidade e o teor de proteína da forragem (BRUMMER et al., 2002; KNIPE et al., 1998; PUTNAM; ORLOFF, 2003). No entanto, a regra não se aplica necessariamente em todos os casos e deve ser tomado com precaução.

5.12 Produção e distribuição estacional de forragem. Para obter os melhores resultados econômicos, a semeadura deve ser feita com cultivares que apresentam um alto potencial produtivo. A melhor maneira de conhecer esta informação é consultar os resultados das redes de avaliação que alguns países desenvolveram e que envolvem a mensuração dos rendimentos forrageiros e a persistência em várias localidades, de acordo com diretrizes de gerenciamento pré- estabelecidos e seguindo ensaios com repetições e com cultivares controle. A produtividade pode ser expressa em quilos (kg) ou toneladas (t) de matéria verde ou seca, seja por corte ou acumulada por estação ou pelo total do ensaio (≥ 2 estações de corte). Em vários países latino-americanos, existem redes públicas de avaliação - que em alguns casos têm o status de oficial e obrigatório - que fornecem informações confiáveis e objetivas.

Pelas estimativas de produção e persistência da forragem ao longo do tempo e pelas interações genótipo x ambiente (cultivares x localidades), a adaptabilidade e estabilidade das cultivares podem ser definidas. A adaptabilidade refere-se ao desempenho em um determinado ambiente e, a estabilidade, à repetição do comportamento em vários ambientes. Uma forma de visualizar a interação da cultivar x ambiente é fazê-lo através de uma análise dos principais componentes (CP), que inclui as variáveis de produção acumulada ao longo de todas as estações de cada cultivar e em cada localidade, a produção média de cada cultivar em todos os locais e o rendimento médio em cada localidade para todas as cultivares. Com base nos dois CPs que explicam a maior parte da variabilidade, gráfico pode ser elaborado (*GGE biplot*) para observar o comportamento das variedades em todo o período de avaliação.

Ao analisar o rendimento de cada corte, a distribuição estacional da produção forrageira pode ser calculada. Conforme mencionado anteriormente, as cultivares com repouso invernal param seu crescimento em outono-inverno, já as sem repouso têm uma estação de crescimento mais prolongada e, portanto, um período de maior disponibilidade de forragem ao longo do tempo (SHEAFFER et al., 1988; WEISHAAR et al., 2002). No entanto, o percentual da possível distribuição estacional do rendimento forrageiro que cada cultivar tem é altamente influenciada pelas condições ambientais em que ela é cultivada. Neste sentido, Spada (2003) analisou na Argentina a distribuição estacional da produção de matéria seca (MS) de um grupo de cultivares de repouso intermediário e sem repouso incluído em um teste sem irrigação que foi realizado durante o período 1998-2002, em três localidades agroecológicas diferentes: Anguil (zona semi-árida), Marcos Juárez (zona sub-úmida) e Rafaela (zona úmida). Ele concluiu que, nas zonas húmidas e sub-úmidas, o ciclo de crescimento dos dois grupos de repouso invernal incluiu o inverno, enquanto que na zona semi-árida essas mesmas cultivares não registrarem crescimento invernal, mesmo para o grau sem repouso. Nos ambientes mais úmidos, as cultivares sem repouso acumularem mais forragem na primavera do que no verão, enquanto que no de repouso intermediário a produção do verão foi comparativamente mais importante do que a primavera, o que indica que o crescimento dos grupos de repouso não é afetado somente pelo fotoperíodo e as temperaturas, mas também pelas condições de umidade. Todos esses fatores têm impacto sobre as taxas de crescimento de cada grau de repouso invernal, o que determina as diferenças na distribuição da produção da forragem ao longo do período de cultivo.

5.13 Persistência. De forma global, a persistência refere-se à capacidade das plantas de sobreviver ao longo do tempo, viabilizando a alfafa a atingir os níveis esperados de rentabilidade. Entre os vários fatores que determinam a persistência, a tolerância a baixas temperaturas no inverno e a resistência a pragas e doenças geralmente são listadas como as mais importantes. Em relação a isso, Volenec et al. (2002) não encontrou uma alta correlação entre elevados níveis de resistência a pragas e doenças e altas porcentagens de persistência nos EUA. Esse fato coincide com o que foi observado durante muitos anos de testes em vários ambientes da Região Pampeana da Argentina. Isso indica que a persistência do cultivo é um fenômeno complexo, onde o comportamento sanitário é apenas um dos fatores. Neste contexto, a persistência das plantas é influenciada por processos fisiológicos interdependentes que condicionam a adaptação e o comportamento ao longo

do tempo. Conforme descrito para a produção de forragem, no caso da persistência, uma importante interação cultivar x localidade também é observada.

A importância da persistência é que o rendimento forrageiro está diretamente relacionado à densidade das plantas cultivadas. Analisando os dados da Rede de Avaliação de Cultivares de Alfafa (RECA) do Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) na Argentina, durante o período 1990-2002, encontrou uma relação linear ($r = 0,35$, $p < 0,0004$) entre a produção de forragem acumulada durante quatro anos e a persistência de cultivares de diferentes GRI (Figura 1). A relação diretamente proporcional entre maior persistência e maior produção de forragem pode ser mais forte em algumas localidades do que em outras. No entanto, esta correlação nem sempre é verificada (KALLENBACH et al., 2002). Uma possível explicação é que a cultura pode compensar a perda de plantas com um aumento no número de talos nas plantas restantes (SHEAFFER et al., 1988).

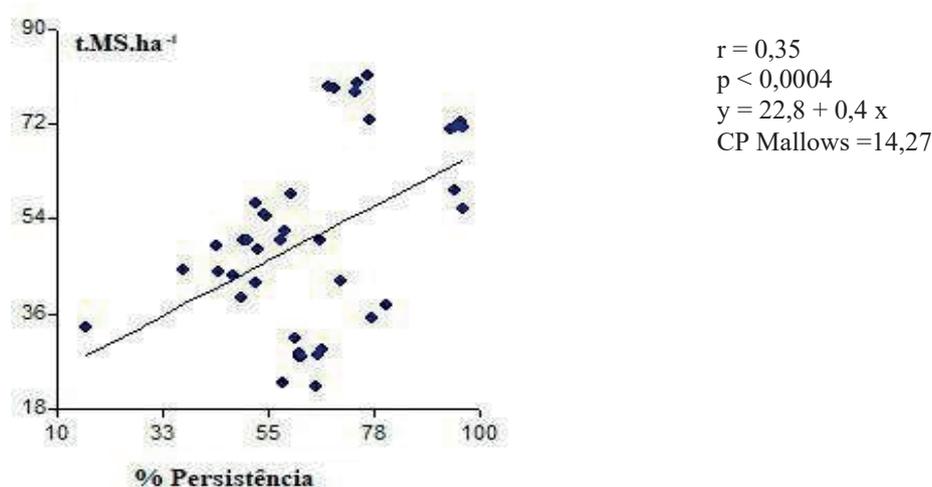


Figura 1. Relação entre a produção acumulada de forragem (t.MS.ha⁻¹) e a persistência (%) de cultivares de alfafa com diferente grau de repouso invernal.

Outro conceito muito difundido é o que estabelece uma relação direta entre maior repouso invernal e maior persistência (ROSSANIGO et al., 1995). Sob as condições temperadas da Argentina, este conceito foi aceito como válido por um longo período de tempo; no entanto, a análise dos últimos quinze anos dos ensaios RECA-INTA nos permite concluir que essa tendência não é mais aceita em todos os casos. Embora algumas cultivares com maior repouso invernal tenham maior persistência, observou-se que, na maioria das localidades da rede, todos os graus de repouso invernal apresentaram boa persistência, após quatro estações de avaliação, com uma média de 60% da população original das plantas. Sem dúvida, o progresso genético produzido no desenvolvimento de cultivares sem repouso invernal na última década contribuiu significativamente para esse resultado. Obviamente, nos países onde as condições de inverno são mais rigorosas, a maior resistência ao frio das cultivares com mais descanso contribuiu para sua maior persistência (VOLENEC et al., 2002).

5.14 Resistência a pragas e doenças. Os danos causados por pragas (principalmente insetos) e doenças reduzem a produtividade, a qualidade e a persistência do cultivo, além de predispor as plantas à ação de outros agentes de estresses bióticos e abióticos. Quando há dados sobre a caracterização dos níveis de resistência, a escolha das cultivares de alfafa deve ser direcionada para aquelas com altos níveis de resistência às pragas e doenças economicamente importantes de cada região.

De acordo com seu comportamento contra o ataque de pragas e doenças, as cultivares podem ser classificadas basicamente como: a) resistentes: as plantas são capazes de restringir ou eliminar a atividade de um patógeno; b) tolerante: as plantas não impedem o avanço ou o desenvolvimento do patógeno, mas o sustentam sem manifestar uma diminuição significativa em sua produção; e c) susceptíveis: as plantas são incapazes de restringir a atividade do patógeno e sofrem danos econômicos ou morrem. A maneira usual de expressar o nível de resistência a pragas e doenças que um cultivar de alfafa possui é através de uma categorização baseada na porcentagem de plantas resistentes presentes na população (Tabela 1). Na América do Norte e na Argentina, estas porcentagens de resistência são determinadas em testes padronizados em condições controladas e com a participação de cultivares controles resistentes e susceptíveis (FOX et al., 1998).

Tabela 1. Categorias de resistência com base nas porcentagens de plantas resistentes a pragas e doenças classificadas em testes protocolizados.

AR	altamente resistente	>51%
R	resistente	31 - 50%
MR	moderadamente resistente	15 - 30%:
BR	baixa resistência	6 - 14%
S	susceptível	< 5%

Fonte: Adaptado de Fox et al. (1998).

Observe que a categoria "imune" não está incluída na Tabela 1 e que a categoria "altamente resistente" implica a existência de até 49% de plantas susceptíveis na população. Assim, uma primeira análise da situação poderia sugerir que essa categorização reflete níveis de resistência aparentemente insuficientes para fornecer um nível adequado de proteção dos cultivos. No entanto, Miller (1993) concluiu que, se pelo menos 30% das plantas em uma área tiverem resistência e assumindo que essas plantas resistentes são distribuídas aleatoriamente em toda a superfície, esse nível seria suficiente para interromper a propagação do patógeno para o resto do lote.

Como já apontado, a associação entre persistência e danos de doenças ou pragas não segue uma tendência clara. Mais frequentemente do que o esperado, a resistência de uma cultivar a certos insetos ou doenças não se traduz necessariamente em altos níveis de persistência. No entanto, a ocorrência de condições ambientais muito favoráveis para agentes patogênicos e/ou para o estresse da planta, pode condicionar a sua persistência. Por exemplo, a inundação do solo causada por fortes chuvas ou por um manejo de irrigação deficiente favorece o ataque de doenças de raízes e coroa e pode causar uma grande mortalidade de plantas susceptíveis. Da mesma forma, a ocorrência de períodos de seca favorece a proliferação de pulgões e ácaros (*Tetranychus desertorum* e *T. telarius*).

5.2 Cultivares recomendadas nos principais países produtores de alfafa da América Latina

5.2.1 Argentina

A Argentina, um dos principais produtores mundiais de alfafa e o mais importante na América Latina, tem uma área plantada estimada em 2017 em 3,2 milhões de ha, 60% das quais são cultivos puros e 40 % consorciada com gramíneas temperadas. A maior parte da área cultivada está concentrado na Região Pampeana, onde se produz principalmente sob sequeiro (sem irrigação) e utiliza sistemas de pastoreio rotativo, aproveitando-se do excesso da produção da Primavera- Verão para fazer reservas de forragens (feno e silagem). Em outras áreas, como Cuyo, NOA e Patagonia, é cultivada em condições irrigadas e é utilizada, basicamente, para a produção de feno e sementes.

Em comparação com anos anteriores, houve uma redução na área de plantio, no ano agrícola 1996/1997 atingiu mais de 7 milhões de hectares. A crise de vários anos do setor lácteo e a produção de grãos nos melhores solos da Região Pampeana, contribuíram para esse declínio. Por outro lado, as condições favoráveis para a produção de gado de corte e o crescente interesse pela produção de feno de qualidade, tanto para exportação como para o mercado interno, permitem prever perspectivas interessantes para o futuro próximo em relação a possível aumento da área de plantio. A área destinada à produção de feno na Argentina é estimada em 800.000 ha.ano⁻¹ de alfafa com uma produção total de 5,5 milhões de toneladas de MS, das quais 70% são rolos, 18% são megafardos e o restante são pequenos fardos. As exportações de megafardos, principalmente para países árabes, atingiram o pico de 47.000 t em 2013¹.

¹ Disponível em: <<http://legacy.intracen.org/>>.

O mercado nacional de semente fiscalizada de alfafa atingiu 5.822 t em 2014, 6.661 em 2015 e 4.707 t em 2016. Este valor inclui a produção interna (1.675, 1.875 e 2.169 t em 2014, 2015 e 2016, respectivamente), o remanescente da estação anterior ou *carry-over* (estimado em 900 t por ano) e a semente importada. A semente importada atingiu 3.247, 3.886 e 1.638 t em 2014, 2015 e 2016, respectivamente. Os principais fornecedores de sementes importadas na Argentina são a Austrália (48% em 2016, 51% em 2015 e 43% em 2014) e Estados Unidos (29% em 2016, 36% em 2015 e 51% em 2014); Outros fornecedores são o Canadá, a França e a Itália. Todos estes números correspondem a sementes peletizadas, que é a modalidade que representa mais de 90% da semente de alfafa vendida no país. É interessante notar que a participação das sementes nacionais no mercado vem crescendo: 42%, 40% e 56% do mercado em 2014, 2015 e 2016, respectivamente

O Registro Nacional de Cultivares (RNC) do INASE (Instituto Nacional de Sementes) da Argentina registrou 426 cultivares de alfafa. Cerca de 62 cultivares foram registradas em 1981/1990, 168 em 1991/2000, 135 em 2001/2010 e 61 em 2011/2017. Houve uma diminuição no número de novas cultivares nos últimos anos: 4 em 2014, 3 em 2015 e 6 em 2016². Em relação à origem das 426 cultivares registradas, 134 foram desenvolvidos na Argentina, 244 nos Estados Unidos, 27 na Austrália, 12 na França e 9 em outros países. Do total de variedades registradas, 120 são atualmente comercializadas.

Durante as últimas duas décadas, a tendência foi usar uma maior proporção de cultivares sem repouso invernal (GRI 8-10) e, em menor grau, com repouso intermediário (GRI 6-7). O grau com repouso mais alto (GRI 5) está concentrado apenas nas partes mais ao sul da Região Pampeana e da Patagonia. A RECA, coordenada pelo INTA Manfredi, inclui 17 localidades e foi idealizada para fornecer informações sobre a adaptabilidade das cultivares às diferentes condições edafoclimáticas. Os ensaios são implantados com diferentes grau de repouso invernal, sendo conduzidos por quatro anos, em condições de corte. Cultivares são avaliadas para a produção e persistência e os resultados são publicados anualmente em "Avances en alfalfa" (AROLFO; ODORIZZI, 2016), contendo, ainda, a caracterização dos níveis de resistência de cada cultivar às principais pragas e doenças, que são: pulgão verde (*Acyrtosiphon pisum*), pulgão azul (*A. kondoi*), pulgão manchado (*Therioaphis trifolii*), podridão-úmida ou fitóftora (*Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis*), podridão-parda-da-raiz (*Fusarium oxysporum* s. sp. *medicaginis*) e antracnose (*Colletotrichum trifolii*). Há também uma rede de avaliação privada conduzida pela Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Cámara de Sementes do Comércio de Grãos de Buenos Aires), cujos resultados são publicados na "Pastura Test" (RED DE ENSAYOS DE VARIEDADES FORRAJERAS, 2017).

² Disponível em: <<https://www.inase.gov.ar>>.

Na Tabela 2 apresentam-se as cultivares cuja produção acumulativa de forragem (4 estações), em pelo menos três localidades, foi igual ou maior que a média do ensaio (AROLFO; ODORIZZI, 2016).

522 Brasil

Diferentemente de países com maior tradição no cultivo da alfafa, tais como EUA, Canadá e Argentina, que dispõem de número elevado de cultivares, o Brasil tem a maior parte da área cultivada com variedades oriundas da população Crioula, destacando-se as cultivares Crioula CRA, Crioula Itapuã, Crioula na Terra, Crioula Nativa, Crioula Ledur, Crioula Roque, Crioula Chile e Crioula UFRGS (KÖPP et al., 2011).

Cultivares de alfafa oriundas da população Crioula caracterizam-se por não apresentar queda de folhas durante o seu desenvolvimento, o que resulta em maior acúmulo de reservas nas raízes e na coroa. Essa retenção foliar proporciona rebrota intensa e vigorosa e leva à rápida recuperação da área foliar após os cortes, com bom rendimento de matéria seca, boa distribuição estacional e grande persistência. Além disso, por ser uma cultivar sem dormência hiberna, apresenta crescimento ativo durante o outono e o inverno (NUERNBERG et al., 1992). A população Crioula apresenta hábito de crescimento ereto, característica interessante para fenação, finalidade para a qual tem sido mais cultivada no Brasil, bem como variação de tipos de planta persistentes, ideal para pastejo (FAVERO, 2006). A grande adaptação das populações Crioula às condições ambientais do Brasil é o resultado de mais de 150 anos de seleção humana e natural de introduções de alfafa feitas no Rio Grande do Sul da Argentina e do Uruguai (OLIVEIRA et al., 1993; PEREZ, 2003).

Atualmente, o Brasil tem cerca de 35 mil ha de alfafa, da qual a grande maioria está concentrada nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Existe um grande potencial de expansão do cultivo para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, com áreas mais extensas e tecnificadas. No entanto, este processo de expansão enfrenta restrições importantes, entre as quais se pode mencionar a falta de cultivares adaptadas às condições tropicais, a baixa fertilidade dos solos, a falta de conhecimento sobre as tecnologias de cultivo e a baixa disponibilidade de sementes (FERREIRA et al., 2004).

As características da alfafa, como elevada produção, alta qualidade e alta digestibilidade, fazem com que ela desempenhe papel importante para a melhoria da qualidade das dietas utilizadas

Tabela 2. Cultivares cuja produção acumulativa de forragem (quatro estações), em pelo menos três localidades, foi igual ou maior que a média do ensaio.

Serie	GRI	Cultivar	MF	CDU	AN	MJ	VD	GV	HA	RF	PA	VM	SDE	BO	RQ
2010	6	WL 611				x		x		x					x
	6	Pintado				x				x	x				
	6	Pro INTA Luján				x				x					
2012	6	G 686		x				x	x	x	x				
	6	CW 660	x	x		x				x	x	x			
	6	CW 620		x					x		x				
2010	7	Magna 787	x			x		x		x		x			x
	7	P 5681		x	x							x			
	7	ProINTA Patricia	x		x					x		x			
2010	8	WL 818	x	x				x							
	8	Verdor		x					x						x
2012	8	Verdor	x			x		x	x		x		x		
	8	WL 818	x			x		x		x	x		x		
2010	9	WL 903				x		x	x	x			x	x	x
	9	CW 194				x		x		x					
	9	DK 192		x	x										x
	9	EBC 90		x	x							x			x
	9	Villa		x	x										
2012	9	BAR 9242		x							x		x		
	9	Brava							x	x	x		x		
	9	CW 194				x				x	x				
	9	WL 903				x			x		x		x		
2010	10	WL 1058				x	x	x		x	x	x	x	x	
	10	Ruano	x			x		x							
2012	10	Mireya II						x	x		x	x	x		
	10	WL 1058				x		x	x	x	x		x		

MF = Manfredi; CDU = Concepción del Uruguay; AN = Anguil; MJ = Marcos Juárez; VD = Viedma; GV = General Villegas; HA = Hilario Ascasubi; RF = Rafaela; PA = Paraná; VM = Villa Mercedes; SDE = Santiago del Estero; BO = Bordenave e RQ = Reconquista.

nas regiões tropicais, pois os volumosos que são muito produtivos nessas regiões são caracterizados por apresentar digestibilidade da fibra e teor de proteína muito baixos, o que afeta o consumo de nutrientes digestíveis e, conseqüentemente, o desempenho animal (VILELA, 1994).

A utilização da alfafa como parte da dieta é uma alternativa promissora como complemento de volumosos tropicais, pois proporciona melhoria da qualidade da forragem consumida pelo animal e permite melhor balanceamento da relação energia:proteína. Outro aspecto é que a utilização da alfafa, como parte da dieta, diminui o risco de ocorrência de timpanismo, que pode ser elevado em condições onde a alfafa é o único alimento (VILELA, 1994).

Na época da seca, o que se preconiza no Brasil é que se utilize pastejo em alfafa, forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, ao passo que na época das águas, recomenda-se pastejo em alfafa, pastejo em forragem tropical (capim-tanzânia ou tobiatã) e concentrado. Para animais com produção superior a 6.000 litros de leite/lactação, recomenda-se alfafa participando com 30 a 40% da matéria seca consumida (FERREIRA et al., 2016).

523 Peru

Conforme observado anteriormente, a alfafa é cultivada em diversos ambientes (temperado a frio ou quente) e em altitudes variando de 1.500 a 3.000 metros acima do nível do mar (BERNAL, 2005). No entanto, os melhores rendimentos são obtidos entre 1.500 e 2.500 metros e com 8-10 cortes.ano⁻¹. Em áreas mais frescas, cerca de 8 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹ são obtidos com três cortes. Nas áreas costeiras com irrigação, o potencial de produção é muito alto. Por exemplo, em ensaios com irrigação complementar foram obtidos em Arequipa até 32 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹ em 12 cortes, alcançando produção de 3,7 t.MS.corte⁻¹ em dezembro-janeiro e 2 t.MS.corte⁻¹ em junho- julho. Isso prova que é possível obter aumentos na produção de leite com base em pastagens de alfafa, apesar da pequena produção de forragem no inverno. Também foram obtidos valores de qualidade de forragem muito elevados com digestibilidades in vitro de 68-76% e teor de proteína bruta (PB) de 23 a 27%. Nos vales costeiros e inter-andinos, recomendam-se cultivares com repouso intermediário (6-8 cortes.ano⁻¹) e sem repouso (até 12 cortes.ano⁻¹), enquanto que para a Puna (Plateau del Altiplano) são recomendadas cultivares com repouso invernal (2-3 cortes.ano⁻¹). Na Puna foram obtidas produções de 11 a 13 t.MS.ha⁻¹ em pastagens bem manejadas de alfafa em cultivo exclusivo (ARGOTE, 2004).

A alfafa, seja como forragem verde ou feno, é usada para bovinos, cavalos, ovelhas, cabras e para animais menores, como coelhos. A maneira de cultivá-la em muitos lugares é fazer sulcos de 4 a 5 m de largura, para facilitar a irrigação por sulco. A densidade de semeadura geralmente é de

25 a 30 kg.ha⁻¹. A semente utilizada é proveniente de importações, sendo o Chile um dos fornecedores.

Estima-se que atualmente o Peru cultiva cerca de 120 mil ha de alfafa, distribuído basicamente na zona costeira, sendo os departamentos de Arequipa, Lima, Ancash, Ayacucho e Tacna os mais importantes. No final da década de 1990, as cultivares (ecotipos) locais de Yaragua, Tambo e Caravelli foram mais produtivas do que as variedades importadas dos Estados Unidos, como as cultivares Moapa e Cuf 101 ou a população *California common*. Mais recentemente, se destacaram as cultivares Sceptre e SWI-8210 e as cultivares Moapa Mejorada e WL528HQ pela sua precocidade. Em outras áreas, as cultivares Beacon e WL 625 e os ecótipos Sampedrana, Monsefu e Paijanera destacaram-se pela sua produtividade. Em Puno, as cultivares com repouso invernal podem ser usadas sem irrigação, pois durante a estação seca (inverno) as plantas não crescem devido às baixas temperaturas. Nesta localidade recomendam-se as cultivares Joya, WL 320, WL 325, WL 350, Rebound, Prince, Gold Plus e TPC (para a área do Lago Titicaca). As pastagens de alfafa consorciadas com *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* ou *F. pratensis* também são recomendadas, com uma taxa de 15 (semeadas no sulco) a 20 (semeadas a lanço) kg.ha⁻¹ de alfafa e 6 a 8 kg.ha⁻¹ da grama.

524 Uruguai

Durante mais de três décadas, os sistemas de produção com pecuária no Uruguai caracterizaram-se pela intensificação. Dentro deste processo, a implantação de pastagens à base de gramíneas temperadas e trevos (*Trifolium spp.* ou *Lotus spp.*) atingiu especial importância. No entanto, durante os últimos anos, o interesse pela alfafa aumentou, particularmente para a produção de leite de bovinos, não só por sua qualidade e potencial de produção e persistência, mas também pela sua capacidade de tolerar períodos de seca. As principais limitações para a expansão do cultivo estão relacionadas aos problemas do solo, entre os quais a alta acidez e deficiências de P, drenagem inadequada e restrições ao crescimento das raízes. A inoculação com rizóbium para fixação de N₂ é essencial para a persistência do alfafal.

Atualmente, estima-se que o país possui cerca de 70.000 ha de alfafa, principalmente na costa oeste, onde a produção de leite está concentrada. Há também algum grau de produção de alfafa no centro e, em uma proporção muito pequena, no centro-norte. Em termos gerais, a durabilidade dos lotes de alfafa é estimada em cerca de quatro anos e é utilizada densidade de semeadura de cerca de 15 kg.ha⁻¹.

As necessidades de sementes provém tanto da produção nacional como das importações, especialmente dos Estados Unidos e do Canadá e, em menor escala, da Argentina e da França. No entanto, as primaveras e os verões húmidos do Uruguai tornam a produção nacional imprevisível e com baixo rendimento. Portanto, com a expansão relativa do cultivo, as importações estão se tornando cada vez mais importantes. Atualmente, estima-se que cerca de 40% das necessidades do mercado são atendidas com sementes importadas.

Em relação à adoção de cultivares, Rebuffo (2000) afirma que um dos principais critérios para sua escolha deve ser a distribuição da produção forrageira ao longo do ano, característica que está intimamente relacionada à GRI. Para as condições do Uruguai, a produção de forragem concentra na primavera-verão (65 a 75%). As diferenças entre os graus de repouso são evidentes no período outono-inverno: enquanto as cultivares que não repousam podem produzir até 20% do total anual nesse período, as cultivares com repouso atingem 6-10%. As cultivares com repouso invernal são recomendados para a produção de feno (fardos), uma vez que podem produzir cerca de 8 t.MS.ha⁻¹ na primavera-verão. Por outro lado, as cultivares sem repouso ou repouso intermediário são recomendadas para pastagem ou para dupla finalidade (pastagem e feno), uma vez que suas características de velocidade de rebrota e ciclo de produção mais longo permitem um maior número de cortes ou pastejo ao longo do ano. A fim de diversificar o fornecimento de forragem e garantir a alimentação adequada de gado durante o ano, é recomendável para o sistema de pastoreio uruguaio o emprego de cultivares de diferentes GRI.

Embora existam 100 cultivares de alfafa registrados no Instituto Nacional de Sementes³, as duas cultivares mais difundidas no Uruguai são Estanzuela Chaná, em primeiro lugar e, em segundo lugar, Crioula. Ambas são de repouso intermediário e têm alta produção e persistência para as condições prevalentes no país. Em 1993, foi lançado o Programa Nacional de Avaliação de Cultivares do INIA La Estanzuela. Desde 1999, os ensaios são oficiais e são conduzidos como parte do sistema nacional de avaliação agrícola sob a coordenação do INIA Uruguai (Instituto Nacional de Pesquisa Agrícola). As cultivares que se destacam nos ensaios de avaliação são 903, Sigma 890, ACA 605, Crioula, Estanzuela Chaná, Marsh 10, Marsh Brotos, Hybriforce 2600, Magna 787, Magna 804, Magna 868, Marina, Monarca SP INTA, Nobel 620, Nobel 720, Speeda, Super Sonic, Sutter, Tigress e Uru Alfalfa 9⁴. Nesses ensaios foram registradas produções acumulativas (três anos) de até 32 t.MS.ha⁻¹, com produções de até 19-21 t.ha⁻¹ no segundo ano.

³ Disponível em: <www.cultivares.uy>.

⁴ Disponível em: <www.cultivares.uy>.

Aproximadamente 60% da alfafa é utilizada sob pastejo direto nos sistemas de produção de leite de bovinos e, em menor escala, na produção intensiva de carne bovina. A área restante é utilizada para a preparação de reservas de forragem: 30% para feno e 10% para silagem ou semente.

525 Chile

A área de alfafa no Chile teve um aumento sustentado nos últimos quinze anos, passando de pouco menos de 20.000 ha em 2001, para cerca de 110.000 ha em 2009 e atingindo 176.000 ha em 2016⁵. Cerca de 70% da área cultivada está concentrada nas regiões de Valparaíso e Biobío, embora seja plantada também nas terras altas chilenas na região mais meridional do país, em Magallanes.

O principal uso da alfafa é como forragem suplementar de inverno em sistemas intensivos de produção de leite da área irrigada do centro-sul do Chile. No entanto, dada à sua grande versatilidade, também é utilizada em sistemas intensivos de engorda de bovinos ou extensivos de bovinos e de ovelhas. Vale ressaltar que a alfafa no Chile é usada principalmente para suplementação, na forma de verde picado, pastejo direto e como *pellets*.

Embora exista uma produção nacional de sementes, a maioria das necessidades do mercado interno são cobertas pelas importações, particularmente dos Estados Unidos. Por outro lado, existem empresas chilenas que exportam a maior parte de sua produção de sementes para países vizinhos, especialmente o Peru. Os valores de importação e exportação de sementes de alfafa variaram ao longo dos últimos 15 anos, embora as exportações geralmente excedessem as importações. Assim, por exemplo, em 2009, 700 t foram exportadas e cerca de 470 t foram importadas, em 2011 foi de 300 t e 100 t e em 2013 foram 470 t e 140 t, respectivamente. No entanto, em 2015, 220 t foram importadas e 180 t foram exportadas.

Dada a diversidade agroclimática do país, a escolha das variedades ainda é uma das decisões mais importantes que o produtor deve tomar. O Instituto Nacional de Pesquisa Agrícola (INIA Chile) vem realizando ensaios para avaliar cultivares de alfafa há décadas, com o objetivo de identificar as mais adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas (SOTO, 2000). Nestes ensaios, são avaliadas cultivares de diferentes graus de repouso invernal, buscando aquelas com maiores rendimentos e maiores níveis de resistência a doenças e fatores abióticos. Nos últimos anos, os ensaios incorporaram uma grande diversidade de GRI. Por exemplo, Ivelic-Sáez et al. (2017a), trabalhando na região de Magallanes (Patagônia Austral), avaliou 21 cultivares de GRI 3 a 10.

⁵ Disponível em: <www.ine.cl>.

A escolha das cultivares está intimamente relacionada ao repouso invernal, que define a área geográfica onde será utilizada. Para a zona central, em condições de irrigação, as cultivares sem repouso invernal proporcionam rendimentos elevados de forragem (25 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹) com até oito cortes por estação. Na região centro-sul (Libertador Bernardo O'Higgins, regiões de Maule e Biobío), em condições de seca, foram obtidos rendimentos de 5 a 13 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹ no terceiro ano (Tabela 3), dependendo da cultivar e área geográfica (DEL POZO et al., 2017; ESPINOZA; BARAHONA, 2017). Em outro trabalho, Ovalle et al. (2016) relataram níveis de persistência de plantas de 63 a 97%, refletindo a sua capacidade de sobreviver em diferentes níveis de precipitação.

Tabela 3. Produção de massa aérea - PMA (kg.MS.ha⁻¹.ano⁻¹) e persistencia - P (%) em quatro regiões do centro-sul do Chile, em duas estações de crescimento (2012/14 o 2013/15).

Cultivar	GRI	Litueche (800 mm) ¹		Cauquenes (650 mm) ¹		Los Guindos (900 mm) ¹		Yungay (1200 mm) ³	
		PMA ⁴	P ⁵	PMA	P	PMA	P	PMA	P
Aquarius	8	9.292 a ²	85	13.008 a	67	9.369 a	95	7.326 a	90
WL 458 HQ	6	10.775 a	89	10.386 a	68	7.829 a	92	5.289 a	93
WL 326 HQ	4	10.000 a	80	9.888 a	59	9.344 a	92	3.860 a	88
Venus	5	8.900 a	82	10.225 a	77	7.423 a	85	5.896 a	92
Genesis	7	8.987 a	86	11.321 a	67	7.880 a	96	5.617 a	93
Sardi 5	5	10.012 a	86	10.400 a	67	7.261 a	93	6.128 a	91
Sardi 7	7	9.087 a	74	11.723 a	63	8.320 a	94	10.051 a	92
Sardi 10	10	9.412 a	94	12.950 a	73	10.013 a	92	10.893 a	92
Sardi Grazer	6	7.862 a	91	11.527 a	75	9.058 a	97	7.749 a	90
WL 903 HQ	9			10.536 a	88				

¹ Temporada 2013/15

² Valores com a mesma letra em colunas não mostram diferenças significativas entre eles (Duncan, p ≤ 0,05)

³ Temporada 2012/14

⁴ PMA: Produção de massa aérea

⁵ P: Persistência

Na região sul do país (Região dos Lagos), os rendimentos anuais de 18 a 21 t.MS.ha⁻¹ foram obtidos sob condições de chuva (PARGA, 1994). Mais ao sul, onde as variedades GRI 3 e 4 predominam, os rendimentos diminuem consideravelmente devido às baixas temperaturas e ao encurtamento da estação de crescimento. Por exemplo, na região de Aysén, com boa precipitação pluviométrica, produção de até 15 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹ foram registradas. Na região de Magallanes, embora a produção possa chegar a 12 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹, a média regional é de 5 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹. Independentemente dos rendimentos que a alfafa pode atingir na Patagônia chilena, a grande vantagem nesta região é a persistência, que pode chegar a mais de 40 anos, produzindo até 5 t.MS.ha⁻¹.ano⁻¹ (IVELIC-SÁEZ et al., 2017b).

Agradecimentos

Os autores reconhecem a colaboração dos colegas Jorge Ivelic-Sáez, Carlos Ovalle, Viviana Barahona, Soledad Espinoza e Cristian Moscoso do INIA Chile; Rodrigo Zarza, Carlos Rossi e Rafael Reino do INIA Uruguai; e Valeria Arolfo do INTA Argentina.

Referências

- ARGOTE, G. **Cultivo de alfalfa, instalación, producción y manejo**. Puno: Estación Experimental Illpa, 2004. (INIA. Boletín, n. 1).
- AROLFO, V.; ODORIZZI, A. **Avances en Alfalfa: ensayos territoriales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, año 26, n. 26, 2016. 83 p.
- BERNAL, J. **Manual de manejo de pastos cultivados para zonas alto andinas**. 2005. Disponível em: <http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/manual_pastos.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- BRUMMER, E. C.; MOORE, K. J.; BJORK, C. Agronomic consequences of dormant-nondormant alfalfa mixtures. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 782-785, Apr. 2002. DOI: 10.2134/agronj2002.7820.
- RED DE ENSAYOS DE VARIEDADES FORRAJERAS: Pastura TEST: resultados de la *campana 2015/16, ene. 2017. Disponível em: <<http://www.csbc.org.ar/images/PasturaTest-2015-2016.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- DEL POZO, A.; OVALLE, C.; ESPINOZA, S.; BARAHONA, V.; GERDING, M.; HUMPHRIES, A. Water relations and use-efficiency, plant survival and productivity of nine alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in dryland Mediterranean conditions. **European Journal of Agronomy**, v. 84, p. 16-22, Mar. 2017. DOI: 10.1016/j.eja.2016.12.002.
- ESPINOZA, S.; BARAHONA, V. **Alfalfa en condiciones de secano Mediterráneo: una nueva alternativa para la producción de forraje en períodos de escasez**. Cauquenes: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017.
- FAVERO, D. **Morfofisiologia comparada de populações de alfafa de diferentes hábitos de crescimento**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- FERREIRA, R. de P.; BOTREL, M. de A.; RUGGERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; COELHO, A. D. F.; LÉDO, F. J. da S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 265-269, jan./fev. 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000100041.
- FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; TUPY, O.; COMERON, E. A.; BASIGALUP, D. H.; BERNARDI, A. C. de C.; KUWAHARA, F. A.; KARAM, D. Potencial forrageiro da alfafa para alimentação de vacas de leite nos trópicos. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. p. 213-238.
- IVELIC-SÁEZ, J.; MARTÍNEZ, M. P.; SOLÍS, C.; CÁRCAMO, J. **¿Cómo elegir una variedad de alfalfa?** Punta Arenas: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017a. (Informativo, 72).
- IVELIC-SÁEZ, J.; VALENZUELA, J.; SUAREZ, A.; DOMÍNGUEZ, J. Evaluación de la persistencia de la alfalfa en la zona de transición de Magallanes. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE ESPECIALISTAS EN PEQUEÑOS RUMIANTES Y CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS, 10., 2017, Punta Arenas. Santiago: Universidad de Chile, 2017b.
- KALLENBACH, R. L.; NELSON, C. J.; COUTTS, J. H. Yield, quality, and persistence of grazing- and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. **Agronomy in Journal**, v. 94, n. 5, p. 1094-1103, Sept. 2002. DOI: 10.2134/agronj2002.1094.

- KNIPE, B.; REISEN, P.; McCASLIN, M. The relationship between fall dormancy and stand persistence in alfalfa varieties. In: CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 28., 1998, Reno. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1998. p. 203-208. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1998/98-203.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- KÖPP, M. M.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Cultivares de alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. P.; BASIGALUP, D. H.; GIECO, J. O. (Ed.). **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. p. 309-331.
- MARBLE, V. Relative advantages of different dormancies of alfalfa grown in Central and Northern California. CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 18., 1986, Sacramento. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1986. p. 6-35. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1986/86-06.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- McKENZIE, J. C.; PAQUIN, R.; DUKE, S. H. Cold and heat tolerance. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 259-302. (Agronomy, 29).
- MILLER, D. R. Alfalfa disease and resistant varieties. In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 23., 1993, Visalia. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 96-98. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1993/93-96.Pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- FOX, C.; BERBERET, R.; GRAY, F.; GRAU, C.; JESSEN, D.; PETERSON, M. (Ed.). **Standard tests to characterize alfalfa cultivars**. 3rd ed. St. Paul: North American Alfalfa Improvement Conference, 1998. Disponível em: <<http://naaic.org>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A.; SILVEIRA, C. A. M. Cultivo, manejo e utilização da alfafa. In: NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A.; SILVEIRA, C. A. M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri, 1992. p. 15-61.
- OLIVEIRA, P. R. D. de; PAIM, N. R.; CZERMANSKI, A. B. C. Seleção para rendimento e qualidade da forragem em alfafa crioula. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 9, p. 1039-1044, set. 1993.
- OVALLE, C.; ESPINOZA, S.; BARAHONA, V.; GERDING, M.; HUMPHRIES, A.; DEL POZO, A. Lucerne and other perennial legumes provide new options for rain fed livestock production in the Mediterranean-climate region of Chile. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 42, n. 3, p. 461- 464, Dic. 2016. DOI: 10.4067/S0718-16202015000300014.
- PARGA, J. P. M. de. Consideraciones técnicas para el establecimiento y manejo de alfalfa. In: PRODUCCIÓN y utilización de la alfalfa en la décima región. [S.l.]: Instituto Investigaciones Agropecuaria, 1994. p. 3-24. (INIA. Serie remehue, 54). Disponível em: <<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16750.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- PEREZ, N. B. **Melhoramento genético de leguminosas de clima temperado – alfalfa (*Medicago sativa* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.) – para aptidão ao pastejo**. 2003. 174 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- POOLE, G.; PUTNAM, D.; ORLOFF, S. Considerations in choosing an alfalfa variety. In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 33., 2003, Monterey. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 191-200. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2003/03-191.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

- PUTNAM, D.; ORLOFF, S. Using varieties or cutting schedules to achieve high quality hay: what are the tradeoffs? In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 33., 2003, Monterey. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 201-214. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2003/03-201.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- REBUFFO, M. Variedades de alfalfa. In: REBUFFO, M.; RISSO, D.; RESTAINO, F. (Ed.). **Tecnología en alfalfa**. Montevideo: INIA La Estanzuela, 2000. p. 3-16. (INIA. Boletín de divulgación, 69).
- ROSSANIGO, R.; SPADA, M. del C.; BRUNO, O. A. Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en la Argentina. In: HIJANO, E. H; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. San Juan: Editar, 1995. p. 63-78. (Manuales, 11).
- SHEAFFER, C. C.; BARNES, D. K.; WARNES, D. D.; LUESCHEN, W. E.; FORD, H. J.; SWANSON, D. R. Seeding-year cutting affects winter survival and its association with fall growth score in alfalfa. **Crop Science**, v. 32, n. 1, p. 225-231, Dec. 1992. DOI: 10.2135/cropsci1992.0011183X003200010046x.
- SHEAFFER, C. C.; LACEFIELD, G. D.; MARBLE, V. L. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 412-430. (Agronomy, 29).
- SOTO, P. **Alfalfa en la zona centro sur de Chile**. Chillán: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2000. 266 p. (Libro, n. 4).
- SPADA, M. del C. (Ed.). **Avances en alfalfa: ensayos territoriales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, año 24, n. 24, 2014. 96 p.
- SPADA, M. del C. Evaluación de cultivares y panorama varietal. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones Inta, 2007. p. 131-151.
- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. L.; GIBBS, L. K.; McCASLIN, M. H.; PETERSON, M. A.; BARNES, D. k. Fall dormancy. In: FOX, C.; BERBERET, R.; GRAY, F.; GRAU, C.; JESSEN, D.; PETERSON, M. (Ed.). **Standard test to characterize alfalfa cultivars**. 3rd ed. Beltsville: North American Alfalfa Improvement Conference, 1998. p. A-1. Agronomic tests.
- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. T.; GIBBS, L. K.; ORLOFF, S. Characterization of a certified alfalfa cultivar: importance and evaluation of fall dormancy. In: CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 25., 1995, Modesto. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1995. p. 41-45. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- VILELA, D. Potencialidade do pasto de alfalfa (*Medicago sativa* L.) para produção de leite. In: WORKSHOP SOBRE PONTECIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicavo sativa* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1994. p. 205-217.
- VOLENEC, J. J.; CUNNINGHAM, S. M.; HAAGENSON, D. M.; BERG, W. K.; JOERN, B. C.; WIERSMA, D. W. Physiological genetics of alfalfa improvement: past failures, future prospects. **Field Crops Research**, v. 75, n. 2-3, p. 97-110, May 2002. DOI: 10.1016/S0378-4290(02)00020-5.
- WEISHAAR, M. A.; BRUMMER, E. C.; VOLENEC, J. J. **Selecting for winter hardiness in non-dormant alfalfa**. 2002. Disponível em: <<https://www.naaic.org/Meetings/National/2002meeting/2002Abstracts/Weishaar.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

CAPÍTULO 4. CORREÇÃO DO SOLO, ADUBAÇÃO E PLANTIO

Alberto Carlos de Campos Bernardi, Adônis Moreira e Reinaldo de Paula Ferreira

No mundo, a alfafa (*Medicago sativa* L.) é considerada uma das mais importantes forrageiras por sua abrangência de área cultivada, devido características importantes, como baixa sazonalidade, alta produtividade por área, elevado teor proteico, alta palatabilidade, digestibilidade e capacidade de fixar nitrogênio no solo. É uma das forrageiras mais importantes para a alimentação de rebanhos especializados, podendo ser oferecida aos animais sob a forma conservada (feno e silagem) e sob a forma de verde picada ou pastejo.

Neste capítulo serão abordados os temas correção da fertilidade do solo, adubação de plantio e de manutenção, itens essenciais para o adequado cultivo e estabelecimento da alfafa.

4.1 Correção do solo e plantio

Após a decisão de formar um alfafal em sua propriedade, o processo de escolha da área é muito importante para o sucesso da cultura. A área deve ser plana, com solo de textura média, profundo, boa drenagem, sem camada de impedimento (compactação), possuir boa fertilidade natural ou construída, com altos níveis de matéria orgânica e com facilidades de irrigação.

Na área escolhida, deve realizar uma amostragem de solo em duas profundidades: 0 a 20 e 20 a 40 cm, coletando 20 subamostras por gleba homogênea (cor, vegetação, etc...). Com base no resultado dessa análise, corrigir a saturação por bases a 80% ($V=80\%$), por meio da seguinte expressão: $NC = CTC (V_2 - V_1) / PRNT$, onde NC é a necessidade de calagem em ton ha⁻¹, CTC a capacidade de troca de cátions em mmolc dm⁻³, V_2 é saturação por bases do solo a ser atingida (alfafa = 80%), V_1 é o valor atual de saturação por bases do solo que consta nos resultados da análise, e PRNT é o poder relativo de neutralização total que vem especificado no corretivo a ser utilizado (MOREIRA et al., 2008, 2011, WERNER et al., 1996).

A alfafa é uma planta muito sensível à acidez do solo, por isso a calagem exerce vários efeitos benéficos na cultura da alfafa, como eliminar ou diminuir significativamente a acidez do solo, reduzir a toxicidade de alumínio e manganês, aumentar a disponibilidade de nutrientes, favorecer a mineralização da matéria orgânica (fonte de N, P, S, B e de outros elementos), aumentar a eficiência da fixação simbiótica do N, fornecer Ca e Mg, melhorar a eficiência de uso dos adubos potássicos e, principalmente, dos fosfatados, além de melhorar a atividade microbiana do solo (MOREIRA et al., 2008).

Deve-se, inicialmente, aplicar metade da dose calculada de calcário (dar preferência ao calcário com Mg > 12%) e, posteriormente, com o solo seco, destruir camadas de impedimento e/ou compactação do solo, por meio de um subsolador. Em seguida, deve-se promover uma aração profunda, invertendo a leiva para colocar o corretivo em camadas mais profundas do solo, favorecendo, assim, o crescimento radicular. Sobre essa terra arada, deve-se aplicar a metade restante do calcário e, a seguir, promover duas a três gradagens, até se obter um solo bem destorroado. Antes da última gradagem, aplicar a lanço os adubos de manutenção da cultura (P, K e micronutrientes). Em solos mais argilosos, há a necessidade de se utilizar de enxada rotativa para melhorar o destorroamento do solo e, assim, melhorar o processo de semeadura da cultura (RASSINI et al., 2008).

Quando irrigada, a alfafa é cultivada durante todo o ano, porém o plantio realizado em fins de verão (abril/maio) é o mais apropriado, uma vez que nessa época a concorrência com plantas invasoras é menor. A semeadura deve ser mecânica, com espaçamento de 20 cm entre linhas, utilizando-se 15 kg de sementes/ha. Após o plantio, usa-se um rolo compactador para melhor incorporação da semente ao solo. Considera-se um bom stand inicial 400 plantas/m², que irá decrescer com o tempo, estabilizando em, aproximadamente, 200 plantas/m² (RASSINI et al., 2008).

4.2 Adubação de plantio e de manutenção

A alfafa é uma planta extremamente exigente em fertilidade, extraindo para cada 20 toneladas de matéria seca, 400 kg de N, 133 kg de P₂O₅ e 678 kg de K₂O (WERNER et al., 1996). Por isso, os desbalanços na correção do solo e adubação podem levar à perda de vigor do alfafal e redução da longevidade.

No alfafal bem conduzido, os efeitos benéficos da calagem ocorrem durante todo o ciclo de produção, por isso o monitoramento por meio de análises de solo anuais é fundamental para a adequada recomendação de corretivos. Deve-se enfatizar que o suprimento de nitrogênio (N) para alfafa é realizado exclusivamente com a inoculação das sementes com estirpes da bactéria *Sinorhizobium meliloti*, não havendo necessidade de fornecer esse nutriente na forma de fertilizantes em todo ciclo da cultura.

O fósforo (P) é um dos nutrientes que tem apresentado as maiores e mais frequentes respostas quando aplicado à cultura da alfafa e a sua longevidade e produção estão diretamente relacionadas a adubação fosfatada para o estabelecimento e manutenção do estande. O teor ideal de P disponível no solo pelo método da resina trocadora de íons é de 40 mg dm⁻³ (WERNER et al.,

1996). A aplicação para alcançar esse teor deve, quando necessária, ser realizada no estabelecimento da cultura (RASSINI et al., 2008).

Na produção é necessária especial atenção à adubação potássica (K), pois o K é um dos nutrientes mais extraídos do solo pela cultura (BERNARDI et al., 2013 b; MOREIRA et al., 2008). O macronutriente K é essencial para o processo fotossintético e, quando deficiente, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta, condições que reduzem o suprimento de carboidratos para as plantas, afetando, inclusive, a fixação biológica do N (LANYON; GRIFFITH, 1988). Berg et al. (2005) e Bernardi et al. (2013b) relataram que a calagem, associada à gessagem e adubação com K, contribui decisivamente para a longevidade do alfafal. Esses autores verificaram que as melhores repostas do alfafal à adubação potássica ocorreram com 80 % de saturação por bases (V). Observou-se também a tendência de diminuição da ocorrência de plantas daninhas com a melhora da fertilidade do solo, pois, nessa situação, a forrageira se apresenta mais vigorosa.

Altas produtividades foram alcançadas com K trocável no nível de 5% da CTC do solo (BERNARDI et al., 2013a). Por isso, em função da extração elevada de K, há necessidade de realizar adubações de cobertura frequentes. Doses de 100 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O após cada corte têm sido suficientes para se obter altos rendimentos de forragem (BERNARDI et al., 2013a; RASSINI; FREITAS, 1998).

O enxofre (S) é outro macronutriente importante para o metabolismo e crescimento da alfafa, sendo que, em combinação com o N, participa da síntese de aminoácidos e proteínas. Devido à exigência da alfafa por este macronutriente, mesmo em solos cujo conteúdo de S disponível é considerado suficiente, o seu fornecimento aumenta a produção de matéria seca (MOREIRA et al., 1997). Recomenda-se aplicação anual de 4 kg ha⁻¹ de S por tonelada de matéria seca produzida (MOREIRA et al., 2008).

Os micronutrientes (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn) são elementos essenciais para o crescimento das plantas, mas são exigidos em quantidades menores aos macronutrientes. Resultados de experimentos de campo evidenciaram que a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12® por ano foi suficiente para que fossem supridas as necessidades desses nutrientes (MOREIRA et al., 2008). Caso a planta não adquira o vigor e a produtividade esperada, sugere-se realizar adubação foliar a cada três ciclos de corte ou pastejo. As adubações de manutenção devem ser realizadas a lanço, em toda a área cultivada. Na região sudeste, obtém-se comumente produções de 20 t ha⁻¹ de matéria seca por ano, realizando-se entre 10 a 12 ciclos de corte ou pastejo.

Na Tabela 1 está um resumo com as sugestões para calagem e aplicação de fertilizantes em alfafa. Existem outras tabelas de recomendação para a cultura elaboradas por Werner et al. (1996) e também Cantarutti et al. (1999). E, na Tabela 2, estão as faixas adequadas dos nutrientes na parte

aérea, com objetivo de que a cultura alcance o seu maior potencial produtivo (MOREIRA et al., 2008; WERNER et al., 1996).

Tabela 1. Sugestões para calagem e aplicação de fertilizantes na alfafa

Calagem	Elevar e manter a saturação por bases para 80% (Ca: 60% da CTC; Mg: 20% da CTC)
Nitrogênio	Inocular as sementes com bactérias fixadoras (<i>Sinorhizobium meliloti</i>)
Fósforo	Elevar e manter o teor em 40 mg dm ⁻³
Potássio	Elevar e manter o teor equivalente a 5% CTC
Enxofre	4 kg ha ⁻¹ por t de matéria seca produzida
Micronutrientes	1,0 kg ha ⁻¹ de B, 0,5 kg ha ⁻¹ de Cu, 1,0 kg ha ⁻¹ de Mn, 0,1 kg ha ⁻¹ de Mo e 5 kg ha ⁻¹ de Zn a cada 2 anos.

Tabela 2. Faixas adequadas de nutrientes na parte aérea da alfafa.

Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
N	P	K	Ca	Mg	S
26 a 35	2,5 a 3,5	20 a 40	10 a 20	2 a 6	1,2 a 1,4
Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
46 a 60	11 a 14	124 a 220	60 a 82	1,1 a 4,0	42 a 83

Fonte: Adaptado de Moreira et al. (2008) e Werner et al. (1996).

A diagnose visual pode ser a primeira etapa do diagnóstico nutricional, a ser confirmado pela análise de solo e de tecidos. Os sintomas de deficiência de N são folhas com tonalidade verde-clara a amarela e de P são folhas verde azulada, podendo ficar vermelho ou purpúreo em caso severo, de K são folhas com pontos esbranquiçados nas bordas, de B são folhas roxas, ocorrendo encurtamento da haste principal e de Cu são folhas novas com curvatura para cima (Figura 1).

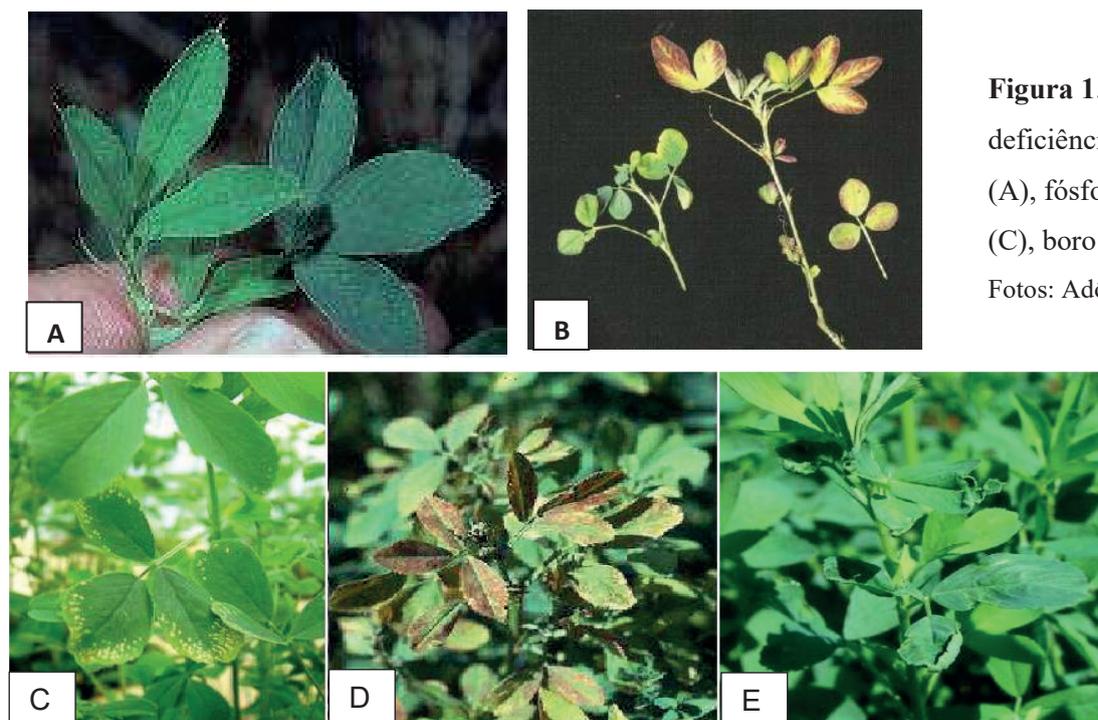


Figura 1. Sintomas de deficiência de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), boro (D) e cobre (E). Fotos: Adônis Moreira.

Referências

- BERG, W. K.; CUNNINGHAM, S. M.; BROUDER, S. M.; JOERN, B. C.; JOHNSON, K. D.; SANTINI, J.; VOLENEC, J. J. Influence of phosphorus and potassium on alfalfa yield and yield components. **Crop Science**, v. 45, n. 1, p. 297-304, 2005. DOI: 10.2135/cropsci2005.0297.
- BERNARDI, A. C. C.; CARDOSO, R. D.; MOTA, E. P.; FERREIRA, R. P. Produção, estado nutricional e qualidade da alfafa sob pastejo e ocorrência de plantas daninhas em resposta à calagem, gessagem e adubação potássica. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, p. 67-74, 2013a. DOI: 10.17523/bia.v70n1p67.
- BERNARDI, A. C. de C.; RASSINI, J. B.; MENDONÇA, F. C.; FERREIRA, R. de P. Alfalfa dry matter yield, nutritional status and economic analysis of potassium fertilizer doses and frequency. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 3, p. 389-398, 2013b.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Eds.) **Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais: Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.332-341.
- LANYON, L. E.; GRIFFITH, W. K. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: Agronomy American Society, 1988. p. 333-372.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G. de; EVANGELISTA, A. R. Efeito de doses de enxofre na produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 533-538, 1997.
- MOREIRA, A.; BERNARDI, A. C. de C.; RASSINI, J. B. Correção do solo, estado nutricional e adubação da alfafa. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R.; CAMARGO, A. C.; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 95-137.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K.; GARCIA Y GARCIA, A. Effect of liming on the nutritional conditions and yield of alfalfa grown in tropical conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 8, p. 1107-1119, 2011. DOI: 10.1080/01904167.2011.558155.
- RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. de P.; CAMARGO, A. C. de. Cultivo e estabelecimento da alfafa. In: FERREIRA, R. P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. A.; FREITAS, A. R.; CAMARGO, A. C.; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 39-79.
- RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa* L.) sob diferentes doses de adubação potássica. **Revista da Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 487-490, 1998.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p. 245-258. (Boletim IAC, 100).

CAPÍTULO 5. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO

Luis Henrique de Barros Soares, Daniele Cabral Michel e Jerri Édson Zilli

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é importante para o aporte de nitrogênio (N), tanto nos ecossistemas naturais quanto nos sistemas agrícolas. Estima-se que o ingresso de N nos sistemas naturais seja da ordem de 260 milhões de toneladas de N ano⁻¹ com um montante aportado nos sistemas agrícolas através da FBN em torno de 40 milhões de toneladas de N ano⁻¹ (GALLOWAY et al., 2008). Adicionalmente, outros 120 milhões de toneladas de N ano⁻¹ são introduzidos na forma de fertilizantes químicos e orgânicos produzidos, principalmente, via processo industrial Harber-Boch (GALLOWAY et al., 2008).

A exploração da FBN tem sido essencial para a sustentabilidade da agricultura brasileira, sendo o Brasil o melhor exemplo do uso racional deste processo no mundo. Em especial para o caso da soja, estima-se que mais de 35 milhões de ha recebam inoculantes contendo rizóbios a cada safra, ocorrendo uma economia superior a 10 bilhões de dólares anuais (HUNGRIA; MENDES, 2015). Para o caso das leguminosas forrageiras, como a alfafa (*Medicago sativa* L.), o uso de inoculantes ainda é pouco difundido no Brasil.

Alfafa é uma leguminosa perene amplamente cultivada em regiões de clima temperado e subtropical que é capaz de estabelecer simbiose com rizóbios e fixar N. Rizóbio, de forma genérica, é o termo utilizado para designar um grupo de bactérias de diferentes famílias (Bradyrhizobiaceae, Brucellaceae, Hyphomicrobiaceae, Methylobacteriaceae, Phyllobacteriaceae, Xanthobacteraceae e Burkholderiaceae) capazes de induzir a formação de estruturas radiculares, os nódulos, em raízes de plantas da família Leguminosae e onde ocorre o processo de FBN.

A contribuição da FBN através da simbiose da alfafa com rizóbios pode se aproximar a 200 kg por ha⁻¹ ano⁻¹, quantidade suficiente para assegurar o suprimento de nitrogênio à cultura e dispensar a aplicação de adubos nitrogenados. Entretanto, existem variações nas respostas de inoculação das plantas, as quais estão associadas principalmente com práticas de manejo de solo e da cultura.

Neste sentido, este capítulo tem o objetivo de trazer informações relevantes sobre o estado da arte da FBN na cultura da alfafa e estratégias para melhor exploração desta tecnologia.

4.1 Ciclo do nitrogênio e a fixação biológica

O conjunto de processos pelos quais um elemento químico circula através do ambiente e seres vivos é denominado ciclo biogeoquímico. O ciclo do N é um dos mais importantes para a vida, pois este nutriente é demandado em grande quantidade e é essencial para a biossíntese de moléculas como os nucleotídeos, aminoácidos e proteínas, sendo constitutivamente indispensáveis para todas as formas de vida.

O N₂ atmosférico é forma mais abundante de N para a biosfera (78% da composição dos gases atmosféricos), porém esta forma não é acessível para a maioria dos organismos vivos. Uma vez em forma reativas, o N é extremamente dinâmico, alternando suas formas iônicas em poucos dias dependendo das condições ambientais, condições estas que interferem diretamente no funcionamento dos diferentes processos.

Um esquema do ciclo do N é apresentada na Figura 1. As entradas de N no solo, de forma generalizada, podem ser consideradas a fixação biológica mediada por bactérias fixadoras de N (diazotróficas), a adubação e, ainda, em menor quantidade a fixação por descargas elétricas durante tempestades. Somadas a estas, ainda pode ser acrescentada a entrada de N através da decomposição de diversos resíduos de animais, vegetais e microrganismos.

Uma vez no solo, o N sofre diferentes reações químicas e bioquímicas, sendo os microrganismos o principal fator para estas transformações. Na forma orgânica, o N pode sofrer carreamento e lixiviação, ser imobilizado pela utilização por microrganismos (várias formas de N são incorporadas na biomassa microbiana), ou passar pelo processo de mineralização (amonificação). O produto final amônio (NH₄⁺) pode ser absorvido pelas plantas ou sofrer o processo de nitrificação, cujo produto final é o nitrato (NO₃⁻). O NO₃⁻ pode também ser absorvido pelas plantas, ou então passar pelo processo de desnitrificação quando determinados microrganismos utilizam esta molécula e moléculas sucessoras em sua respiração em condições de limitada disponibilidade de oxigênio e o produto final é a molécula gasosa de N₂.

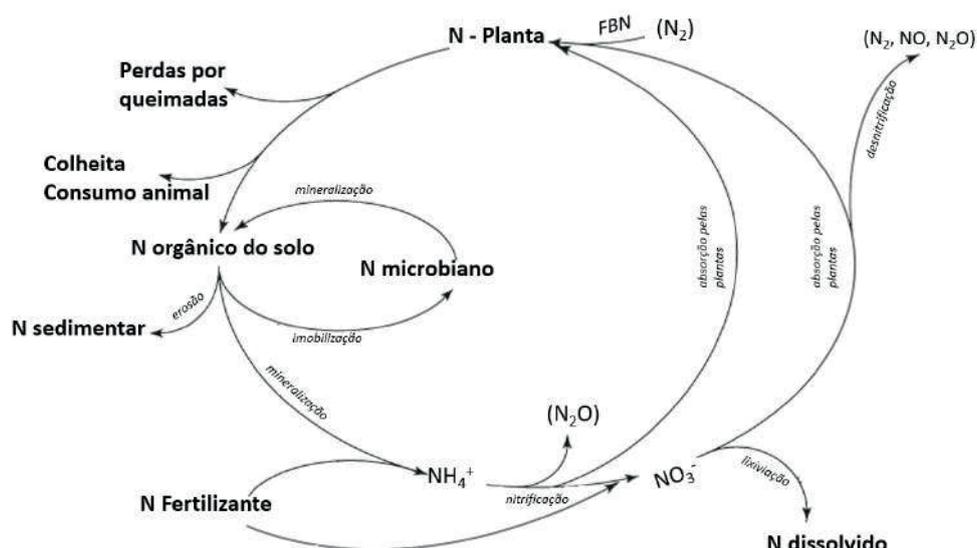


Figura 1. Representação simplificada do ciclo biogeoquímico do N no ambiente. Os processos principais estão indicados em itálico e as formas gasosas de N entre parênteses.
 Fonte: Robertson e Groffman, 2007.

A FBN é uma das principais formas de entrada de N no solo (Figura 1). A agricultura é responsável por cerca de 30% do N utilizado atualmente, embora o potencial seja muito maior considerando as tecnologias disponíveis. As bactérias diazotróficas possuem o complexo enzimático da nitrogenase e nos ambientes terrestres, se distribuem, principalmente, nas subclasses alfa e beta proteobactérias. As proteínas do complexo da nitrogenase são responsáveis pela redução do N₂ a NH₃ e representam a única família de enzimas conhecidas que catalisam esta reação. Na conversão de N₂ a NH₃, ocorre a quebra da ligação tripla do N que demanda grande quantidade de energia. A nitrogenase consegue efetuar a conversão em condições biológicas, requerendo, entretanto, alto consumo de elétrons:



A maior diversidade das bactérias diazotróficas ocorre entre as chamadas de vida livre que fixam N para suprir seu próprio metabolismo, e no final de seu ciclo liberam no ambiente o N na forma orgânica. Na agricultura, o grande destaque entre as diazotróficas de vida livre neste momento são espécies do gênero *Azospirillum*, seguido por *Burkholderia* spp. e *Herbaspirillum* spp., que são capazes de se associar as raízes de culturas anuais e fixar N (REIS et al., 2015).

Os rizóbios, ao contrário das associativas, são bactérias diazotróficas que induzem a formação de nódulos em plantas leguminosas, ocorrendo a FBN no interior destas estruturas. Nem todas as leguminosas são capazes de estabelecer nodulação, sendo a maior frequência para a subfamília Papilionoideae, que é a subfamília a qual o gênero *Medicago* faz parte (SPRENT, 2009). A simbiose entre leguminosas e rizóbios se inicia quando compostos específicos do grupo dos flavonoides (denominação genérica) são secretados pelas raízes das plantas, sendo o sinal molecular para o início

da interação planta-bactéria. Estes flavonoides são reconhecidos pelas proteínas Nod dos rizóbios, ativam os genes nod e levam à produção dos fatores de nodulação (lipoquitoligossacarídeos). Os fatores de nodulação são então percebidos pela planta e inicia-se uma complexa sinalização com a bactéria, culminado com a invasão delas no hospedeiro e a formação do nódulo (LIRA et al., 2015).

Os nódulos podem ser classificados em dois principais grupos de acordo com o modo de desenvolvimento. Nódulos formados em plantas como soja (*Glycine max* L) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) possuem formato globular e são de crescimento determinado, não possuindo meristema de crescimento permanente. Os nódulos maduros contêm tecido central homogêneo com células infectadas e algumas não infectadas e, na maioria das simbioses, após a senescência, as bactérias retornam à forma de vida livre (SPRENT, 2009). Ao contrário, nódulos formados em espécies de vários gêneros, como *Medicago* spp., os nódulos possuem permanente meristema apical, sendo os mesmos divididos em diferentes regiões de crescimento e considerados de crescimento indeterminado (Figura 2). A zona I compreende o meristema vegetal e os tecidos estão livres de bactérias; na zona II, as células das plantas se diferenciam em células nodulares e são infectadas pelos rizóbios; zona III, os bacteroides realizam a FBN propriamente dita; e zona IV, cujas células sofrem senescência e onde bacteroides e células das plantas degeneram; e, ainda, pode ser considerada outra zona de proliferação de bactérias não diferenciadas que vivem de forma saprofítica (MARÓTI; KONDOROSI, 2014). Ao contrário da maioria dos nódulos, os bacteroides formados em nódulos indeterminados (que colonizam a região III) perdem a capacidade de vida livre (DUPONT et al., 2012).

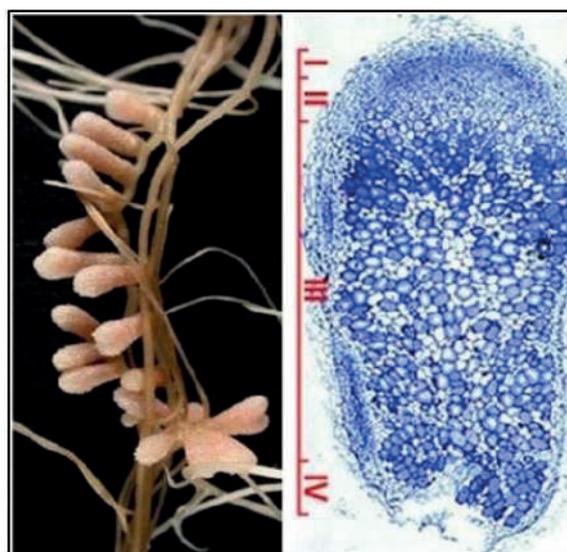


Figura 2. Estrutura da nodulação induzida por *E. meliloti* em alfafa. A esquerda nódulos radiculares intactos e a direita, corte longitudinal de nódulos com indicação das diferentes zonas.
Fonte: Maróti e Kondorosi (2014).

4.2 Diversidade de bactérias fixadoras de N em alfafa

Atualmente se reconhece a capacidade de nodulação para mais de uma centena de espécies de rizóbios distribuídos em 15 gêneros que por sua vez se distribuem em sete famílias (PEIX et al., 2014). Os gêneros mais abundantes em espécies são o *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* e *Paraburkholderia*.

Até o início da década de 80 do século passado, todas as bactérias formadoras de nódulos eram alocadas no gênero *Rhizobium*, havendo a indicação do hospedeiro o qual haviam sido isoladas. Com o desenvolvimento de técnicas baseadas no DNA, a taxonomia bacteriana foi aprofundada e a definição de novos gêneros e espécies ampliou-se grandemente. Como as informações atuais que se dispõe há uma indicação que a maior diversidade ocorre nos três gêneros acima mencionados. *Medicago*, *Melilotus* e *Trigonella* são gêneros membros da tribo Trifolieae que possuem como centro de origem a bacia mediterrânea e se espalham pelo oeste da Ásia. Estes gêneros são altamente relacionados e compartilham características de simbiose com rizóbios semelhantes (EARDLY et al., 2017).

As espécies bacterianas atualmente reconhecidas como nodulantes eficientes do gênero *Medicago* pertencem ao gênero *Ensifer* (EARDLY et al., 2017) que também já foi conhecido como *Sinorhizobium* e *Rhizobium* (BERKUM et al., 1998). A alfafa, por sua vez, estabelece simbiose apenas com estirpes das espécies *E. medicae* e *E. meliloti*, sendo esta última o principal microsimbionte desta espécie em diferentes continentes (DEJEDIDI et al., 2011; RAMÍREZ-BAHENA et al., 2015). *Rhizobium mongolense* foi indicado como nodulante de *Medicago sativa* e *M. ruthenica*, porém a simbiose foi eficiente apenas para a última (BERKUM et al., 1998). Aqui no Brasil, Stroschein (2011) indicou o isolamento de bactérias afiliadas ao gênero *Rhizobium* a partir nódulos de alfafa cultivada em solo coletada no Rio Grande do Sul. Contudo, estes resultados ainda parecem ser preliminares e mereceriam uma investigação mais detalhada como forma de confirmar a habilidade de estirpes do gênero *Rhizobium* nodularem a alfafa.

Levantamento da diversidade de bactérias de espécies que nodulam *Medicago* realizados no Japão, Argentina, Egito, Arábia Saudita, Espanha, Itália, Iran, Canadá, Brasil, México, Marrocos e Chile (ABDEL-AZIZ et al., 2008; BROMFIELD et al., 2010; DEJEDIDI et al., 2011; DEL PAPPA et al., 1999; EL BATANONY et al., 2015; ELBOUTAHIRI et al., 2010; LANGER et al., 2008; PAFFETTI et al., 1996; RAMÍREZ-BAHENA et al., 2015; SILVA et al., 2007; STROSCHEIN, 2011; TALEBI et al., 2008) confirmam a presença de *E. meliloti* e/ou *E. medicae* nos nódulos com indicação de alta diversidade intra-espécies. Dessa forma, a nodulação na alfafa ocorre apenas em poucas espécies de rizóbio, ou quase que exclusivamente com *E. medicae* e/ou *E. meliloti* (RAMÍREZ-BAHENA et al., 2015).

No Brasil, três estirpes de rizóbio vem sendo utilizadas para inoculação da alfafa (SEMIA 116, SEMIA 134 e SEMIA 135). A SEMIA 116 (USDA 1038) foi introduzida visando a produção de inoculantes. As duas outras estirpes, por outro lado, foram obtidas a partir de isolamentos de nódulos de alfafa cultivada com solo do Rio Grande do Sul.

4.3 Resultados da inoculação da alfafa nas condições brasileiras

Questões relacionadas à adaptação, efetividade e competitividade de estirpes de rizóbio vem sendo recorrentemente estudadas nas mais diversas regiões onde a alfafa possui importância agrícola. Estas questões refletem diretamente na escolha de uma determinada estirpe para uso nos produtos comerciais, isto por que são frequentes os casos de insucesso do processo de inoculação. É comum que muitas estirpes de *E. meliloti*, quando inoculadas nas sementes de alfafa, não sejam capazes de competir com a comunidade nativa da rizosfera a longo prazo, mesmo quando promovem rápida e abundante nodulação (BELL; NUTMAN, 1971; LI; ALEXANDER, 1986).

O conceito de dominância na competição entre estirpes de rizóbio foi introduzido por Nicol e Thornton (1941) como forma de explicar a maior ou menor competitividade de uma dada estirpe. Esses autores também concluíram que a dominância não tem relação direta com o grau de efetividade da fixação biológica de N. O trabalho de Blair e Bennet (1960) na Nova Zelândia demonstrou as dificuldades do estabelecimento de uma nodulação adequada e eficiente na cultura em solos onde não haviam rizóbios específicos. A recuperação das estirpes inoculadas a partir dos nódulos em alfafa é frequentemente mais baixa quando comparada com outras culturas forrageiras (NAEEM et al., 2004).

Condições edáficas também são decisivas para uma boa eficiência do processo de FBN. Wagner et al. (1978) observaram que, para outras espécies de *Medicago* que a adubação fosfatada promoveu um aumento na nodulação, resultado também observado por Moreira e Fageria (2010) com a correção do pH com calcário. Parece que o desenvolvimento da cultura é afetado por teores elevados de alumínio trocável no solo e não especificamente pelo pH baixo (GOMES et al., 2002; SU; EVANS, 1996). Todavia a elevação no teor de Ca do solo favorece substancialmente o estabelecimento da relação simbiótica e a eficiência da FBN (GOMES et al., 2002; MOREIRA; FAGERIA, 2010). Nas condições dos tropicais e subtropicais, solos corrigidos com calcário aumentam significativamente a produtividade da alfafa (KORNELIUS; RITCHEY, 1992).

Por ser uma cultura originalmente de clima temperado, durante muito tempo as pesquisas com alfafa se restringiram às regiões Sudeste e Sul do Brasil. A Argentina foi o primeiro país a iniciar pesquisa sistemática com FBN, e a alfafa sempre esteve no centro das atenções por ocupar uma área plantada quase sempre acima de cinco milhões de hectares (BASIGALUP, 2007; FREIRE, 1982).

Estirpes isoladas na Argentina e Uruguai parecem estar adaptadas as condições de solo locais e são capazes de nodular a alfafa nessas condições, embora possa ocorrer um atraso na nodulação e o número de nódulos seja menor (DEL PAPPÀ et al., 1999).

Considerando que os solos do Brasil são pobres em matéria orgânica e que não existem estirpes de rizóbios nativos eficientes para a alfafa, a inoculação da cultura com estirpes específicas se faz necessária (XAVIER et al., 2005). Na região Sul no início da década de 1980 do século passado, com três anos de duração e 18 cortes, Kolling et al. (1983) compararam seis estirpes disponíveis para alfafa, em ensaio com a cv. Crioula. A área foi corrigida quanto ao pH, recebeu adubação de base e de reposição. As três estirpes (SEMIA 116, SEMIA 134 e SEMIA 135) tiveram desempenho semelhantes no N-total acumulado, produzindo ao redor de 50% a mais de matéria seca do que o controle não inoculada.

Nas regiões tropicais do Brasil, a pesquisa com alfafa é mais recente, e a avaliação de cultivares quanto aos parâmetros produtivos geralmente tem levado em conta a necessidade de inoculação (MOREIRA et al., 1996; RASSINI; FREITAS, 1995; SUTTON; MONTEIRO, 1997; VIANA et al., 2004). O trabalho de Oliveira et al. (1999) estudou a interação entre as três estirpes recomendadas no Brasil e quatro cultivares (Crioula, Florida 77, CUF 101 e Pioneer 5929). Na produção de matéria seca não houve entre cultivares ou estirpes. Entretanto, o teor de N acumulado no tratamento com a estirpe SEMIA 134 mostrou resultado superior, equivalente ao controle com adição de 50 kg ha⁻¹ de N. E, a estirpe SEMIA 116 apresentou número de nódulos significativamente maior que os demais tratamentos.

Também foi testado, neste estudo, o efeito dos fungicidas Iprodione e Thiram, utilizados no tratamento de sementes e no solo, sobre o desempenho geral das variedades inoculadas. A estirpe SEMIA 135 mostrou-se menos compatível com Iprodione presente na semente e aplicado no solo, e a SEMIA 116 apresentou melhores resultados nos parâmetros avaliados quando foram utilizados os fungicidas Thiram e Iprodione.

Xavier et al. (2005) testaram a eficiência de dois inoculantes comerciais na nodulação de três cultivares de alfafa (Crioula, CNPGL1 e P-30, esta última de origem Argentina), em vasos com solo de Cerrado. A eficiência dos inoculantes foi comprovada, e não houve diferenças entre as cultivares sobre a produção de matéria seca e porcentagem de N. As plantas de tratamentos não inoculados não nodularam com a população nativa de bactérias deste solo, indicando a real necessidade de inoculação para ganhos na produção de matéria seca com a FBN.

4.4 Como realizar a inoculação das sementes

O processo de inoculação das sementes é decisivo para uma boa nodulação e aproveitamento eficiente do N proveniente do processo de FBN. Há diversas formas de inocular as sementes de alfafa. Devido ao tamanho reduzido de suas sementes, a prática indica que uma dose de inoculante turfoso com 50g contendo uma concentração de células bacterianas na ordem de 10^9 células por g de produto é suficiente para inocular em torno 2kg de sementes.

A primeira etapa do processo consiste em preparar uma solução com 10% de açúcar para umedecer a superfície das sementes e promover a aderência do inoculante. Em meio copo americano com água (100 mL) colocar uma colher de sopa de açúcar de cozinha e dissolva bem. Para cada quilo grama de sementes utilize cerca 30 mL desta solução. Umedeça de forma homogênea as sementes e aplique o inoculante na proporção indicada acima, misturando bem com as sementes úmidas de forma que todas fiquem cobertas com o inoculante. Dependendo da quantidade, o processo pode ser feito em um saco plástico. Depois espalhe as sementes em um lugar sombreado, fresco e arejado, e deixe secar. A semeadura pode ser realizada até o dia seguinte, caso contrário o processo deve ser realizado novamente com novo inoculante.

Kornelius e Ritchey (1992) sugerem a peletização das sementes com carbonato de cálcio (CaCO_3) ou calcário como forma de aumentar a eficiência da nodulação, mas a inoculação como descrito a cima é eficiente e suficiente para promover adequada FBN.

Referências

- ABDEL-AZIZ, R. A.; AL-BARAKAH, F. N.; AL-ASMARY, H. M. Genetic identification and symbiotic efficiency of *Sinorhizobium meliloti* indigenous to Saudi Arabian soils. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 16, p. 2803-2809, Aug. 2008.
- BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. 479 p.
- BELL, F.; NUTMAN, P. S. Experiments on nitrogen fixation by nodulated Lucerne. **Plant and Soil**, v. 35, n. 1, p. 231-264, Dec. 1971. Special volume. DOI: 10.1007/BF02661854.
- BERKUM, P. van; BEYENE, D.; BAO, G.; CAMPBELL, T. A.; EARDLY, B. D. *Rhizobium mongolense* sp. nov. is one of three rhizobial genotypes identified which nodulate and form nitrogen-fixing symbioses with *Medicago ruthenica* [(L.) Ledebour]. **International Journal of Bacteriology**, v. 48, p. 13-22, 1998. DOI: 10.1099/00207713-48-1-13.
- BLAIR, I. D.; BENNETT, A. Rhizobium inoculation of Lucerne (*Medicago sativa* L.). **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 3, p. 804-819, Aug. 1960. DOI: 10.1080/00288233.1960.10419880.
- BROMFIELD, E. S. P.; TAMBONG, J. T.; CLOUTIER, S.; PRÉVOST, D.; LAGUERRE, G.; BERKUM, P. van; THI, T. V. T.; ASSABGUI, R.; BARRAN, L. R. *Ensifer*, *Phyllobacterium* and *Rhizobium* species occupy nodules of *Medicago sativa* (alfalfa) and *Melilotus alba* (sweet clover) grown at a Canadian site without a history of cultivation. **Microbiology**, v. 156, p. 505-520, 2010. DOI: 10.1099/mic.0.034058-0.
- DJEDIDI, S.; YOKOYAMA, T.; TOMOOKA, N.; OHKAMA-OHTSU, N.; RISAL, C. P.; ABDELLYE, C.; SEKIMOTO, H. Phenotypic and genetic characterization of rhizobia associated with alfalfa in the Hokkaido and Ishigaki regions of Japan. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 34, n. 6, p. 453-461, 2011. DOI: 10.1016/j.syapm.2011.04.006.
- DEL PAPPA, M. F.; BALAGUÉ, L. J.; SOWINSKI, S. C.; WEGENER, C.; SEGUNDO, E.; ABARCA F. M.; TORO, N.; NIEHAUS, P. A.; PÜHLER, A.; AGUILAR, O. M.; MARTÍNEZ-DRETS, G.; LAGARES, A. Isolation and characterization of alfalfa-nodulating rhizobia present in acidic soils of central Argentina and Uruguay. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 4, p. 1420-1427, 1999.
- DUPONT, L.; ALLOING, G.; PIERRE, O.; EL MSEHLI, S.; HOPKINS, J.; HÉROUART, D.; FRENDO, P. The legume root nodule: from symbiotic nitrogen fixation to senescence. In: NAGATA, T. (Ed.). **Senescence**. Rijeka: InTech, 2012. p. 137-168. DOI: 10.5772/34438.
- EARDLY, B.; ELIA, P.; BROCKWELL, J.; GOLEMBOSKI, D.; BERKUM, P. van. Biogeography of a novel *Ensifer meliloti* clade associated with the Australian legume *Trigonella suavissima*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 83, n. 10, e03446-16, 2017. DOI: 10.1128/AEM.03446-16.
- EL BATANONY, N. H.; CASTELLANO-HINOJOSA, A.; CORREA-GALEOTE, D.; BEDMAR, E. J. The diversity of rhizobia nodulating the *Medicago*, *Melilotus* and *Trigonella* inoculation group in Egypt is marked by the dominance of two genetic types. **Symbiosis**, v. 67, n. 1-3, p. 3-10, Nov. 2015. DOI: 10.1007/s13199-015-0365-8.
- ELBOUTAHIRI, N.; THAMI-ALAMI, I.; UDUPA, S. M. Phenotypic and genetic diversity in *Sinorhizobium meliloti* and *S. medicae* from drought and salt affected regions of Morocco. **BMC Microbiology**, v. 10, 2010. DOI: 10.1186/1471-2180-10-15.
- FREIRE, J. R. J. Research into the Rhizobium/Leguminosae symbiosis in Latin America. **Developments in Plant and Soil Sciences**, v. 6, p. 227-239, 1982. DOI: 10.1007/BF02182770.
- GALLOWAY, J. N.; TOWNSEND, A. R.; ERISMAN, J. W.; BEKUNDA, M.; CAI, Z.; FRENEY, J. R.; MARTINELLI, L. A.; SEITZINGER, S. P.; SUTTON, M. A. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. **Science**, v. 320, n. 5878, p. 889-892, 2008. DOI: 10.1126/science.1136674.
- GOMES, F. T.; BORGES, A. C.; NEVES, J. C. L.; FONTES, P. C. R. Nodulação, fixação de nitrogênio e produção de matéria seca de alfafa em resposta a doses de calcário, com diferentes relações cálcio:magnésio. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 925-930, dez. 2002. DOI: 10.1590/S0103-84782002000600003.

- HUNGRIA, M.; MENDES, I. C. Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis? In: BRUIJIN, F. de (Ed.). **Biological nitrogen fixation**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2015. p. 1005-1019. DOI: 10.1002/9781119053095.ch99.
- KOLLING, J.; SCHOLLES, D.; SELBACH, P. A. Seleção de estirpes de *Rhizobium* para trevo subterrâneo, alfafa e cornichão. **Agricultura Sulriograndense**, v.19, p.103-111, 1983.
- KORNELIUS, E.; RITCHEY, K. D. Comportamento da alfafa em diferentes níveis de acidez do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 241-246, fev. 1992.
- LANGER, H.; NANDASENA, K. G.; HOWIESON, J. G.; JORQUERA, M.; BORIE, F. Genetic diversity of *Sinorhizobium meliloti* associated with alfalfa in Chilean volcanic soils and their symbiotic effectiveness under acidic conditions. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, n. 3, p. 301-308, Mar. 2008. DOI: 10.1007/s11274-007-9471-y.
- LI, D. M.; ALEXANDER, M. Bacterial growth rates and competition affect nodulation and root colonization by *Rhizobium meliloti*. **Applied Environmental Microbiology**, v. 52, n. 4, p. 807-811, Oct. 1986.
- LIRA JR., M. A.; NASCIMENTO, L. R. S.; FRACETTO, G. G. M. Legume-rhizobia signal exchange: promiscuity and environmental effects. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1-9, 2015. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00945.
- MARÓTI, G.; KONDOROSI, É. Nitrogen-fixing rhizobium-legume symbiosis: are polyploidy and host peptide-governed symbiont differentiation general principles of endosymbiosis? **Frontiers in Microbiology**, v. 5, p. 1-6, 2014.
- MOREIRA, A.; EVANGELISTA, A. R.; RODRIGUES, G. H. S. Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 407-411, jun. 1996.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1231-1239, jul./ago. 2010. DOI: 10.1590/S0100-06832010000400022.
- NAEEM, F. I.; ASHRAF, M.; MALIK, K. A.; HAFEEZ, F. Y. Competitiveness of introduced *Rhizobium* strains for nodulation in fodder legumes. **Pakistan Journal of Botany**, v. 36, n. 1, p. 159-166, Mar. 2004.
- NICOL, H.; THORNTON, H. G. Competition between related strains of nodule bacteria and its influence on infection of the legume host. **Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences**, v. 130, n. 858, p. 32-59, Aug. 1941. DOI: 10.1098/rspb.1941.0003.
- OLIVEIRA, P. P. A.; TSAI, S. M.; CORSI, M.; DÍAZ, M. Del P. Interação entre cultivares, estirpes comerciais de *Rhizobium meliloti* e fungicidas no incremento da produção de alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 425-431, mar. 1999. DOI: 10.1590/S0100-204X1999000300014.
- PAFFETTI, D.; SCOTTI, C.; GNOCCHI, S.; FANCELLI, S.; BAZZICALUPO, M. Genetic diversity of an Italian *Rhizobium meliloti* population from different *Medicago sativa* varieties. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n. 7, p. 2279-2285, Jul. 1996.
- PEIX, A.; RAMÍREZ-BAHENA, M. H.; VELÁZQUEZ, E.; BEDMAR, E. J. Bacterial associations with legumes. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, n. 1-3, p. 17-42, 2014. DOI: 10.1080/07352689.2014.897899.
- RAMÍREZ-BAHENA, M. H.; VARGAS, M.; MARTÍN, M.; TEJEDOR, C.; VELÁZQUEZ, E.; PEIX, A. Alfalfa microsymbionts from different ITS and *nodC* lineages of *Ensifer meliloti* and *Ensifer medicae* symbiovar *meliloti* establish efficient symbiosis with alfalfa in Spanish acid soils. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 11, p. 4855-4865, June 2015. DOI: 10.1007/s00253-014-6347-6.
- RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. de. Efeitos da interferência de plantas daninhas no rendimento de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 4, p. 502-509, 1995.
- REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. Isolation, identification and biochemical characterization of *Azospirillum* spp. and other nitrogen-fixing bacteria. In: CASSÁN, F. D.; OKON, Y.; CREUS, C. M. (Ed.). **Handbook for *Azospirillum***: technical issues and protocols. Cham: Springer, 2015. p. 3-26. DOI: 10.1007/978-3-319-06542-7_1.

- ROBERTSON, G.P.; GROFFMAN, P.M. Nitrogen transformations. In: Soil microbiology, ecology and biochemistry. 2007. P.341-364.
- SILVA, C.; KAN, F. L.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. Population genetic structure of *Sinorhizobium meliloti* and *S. medicae* isolated from nodules of *Medicago* spp. in Mexico. **FEMS Microbiology and Ecology**, v. 60, n. 3, p. 477-489, June 2007. DOI: 10.1111/j.1574-6941.2007.00301.x.
- SPRENT, J. I. Legume nodulation: a global perspective. Chichester: Wiley-Blackwell, 2009. 183 p. DOI: 10.1002/9781444316384.
- STROSCHEIN, M. R. D. **Seleção de rizóbios e efeito do nitrogênio na simbiose com alfafa e cornichão**. 2011. 140 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SU, C.; EVANS, L. J. Soil solution chemistry and alfalfa response to CaCO₃ and MgCO₃ on an acidic Gleysol. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 76, n. 1, p. 41-47, 1996. DOI: 10.4141/cjss96-007.
- SUTTON, M.; MONTEIRO, F. A. Rendimento de matéria seca de quatro cultivares de alfafa em um latossolo vermelho-amarelo submetido à calagem e adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 4, p. 591-597, out./dez. 1997. DOI: 10.1590/S0100-06831997000400009.
- TALEBI, M. B.; BAHAR, M.; SAEIDI, G.; MENGONI, A.; BAZZICALUPO, M. Diversity of *Sinorhizobium* strains nodulating *Medicago* sativa from different Iranian regions. **FEMS Microbiology Letters**, v. 288, n. 1, p. 40-46, Nov. 2008. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2008.01329.x.
- VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KONZEN E. A.; BOTREL, M. de A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de Cerrado no estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 289-292, mar. 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000300013.
- WAGNER, G. H.; KASSIM, G. M.; MARTYNIUK, S. Nodulation of annual *Medicago* by strains of *R. Meliloti* in a commercial inoculant as influenced by soil phosphorous and pH. **Plant and Soil**, v. 50, n. 1-3, p. 81-89, Dec. 1978. DOI: 10.1007/BF02107158.
- XAVIER, D. F.; GOMES, F. T.; LÉDO, F. J. da S.; PEREIRA, A. V. Eficiência de inoculantes de rizóbio na nodulação de alfafa em solos de Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 781-785, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000300009.

CAPÍTULO 6. DEMANDA HÍDRICA

Maria Alejandra Moreno-Pizani e Fernando Campos Mendonça

A intensificação na produção de culturas forrageiras é um fato de considerável importância para garantir a alimentação de ruminantes e viabilizar a produção de leite e carne. Como a alimentação é o item de maior custo nos sistemas de produção animal, por meio da intensificação busca-se fornecer uma dieta adequada para animais altamente produtivos, com a menor quantidade possível de suplementação com energia e proteínas.

A alfafa é uma importante cultura forrageira, com uma área global cultivada superior aos 32 milhões hectares (BENABDERRAHIM et al., 2009; EL-SHARKAWY et al., 2017). No Brasil esta forrageira é produzida em cerca de 40 mil hectares, com distribuição concentrada no Paraná e no Rio Grande do Sul, sendo esse último estado o maior produtor do país (VILELA et al., 2008).

Esta forrageira perene tem alto rendimento e é muito procurada por seus altos teores de proteína bruta (PB%) e nutrientes digestíveis totais (NDT%). É cultivada em todo o mundo com o intuito de melhorar a qualidade do leite, da carne e de ovos (BARNES et al., 1988; MCDONALD et al., 2003).

A forragem da alfafa pode ser colhida várias vezes ao longo de seu ciclo de vida. A grande variabilidade genética e fenotípica de suas cultivares permitem o cultivo em grande escala espacial, em diversas condições climáticas e ambientais (BARNES et al., 1988; DU et al., 2018; MCDONALD et al., 2003). Existem cultivares de alfafa desenvolvidas para sofrer ajustes fisiológicos que contribuem para a tolerância à salinidade, ao calor e ao frio extremos (LU et al., 2017).

A quantidade de luz interceptada pelo dossel é o principal fator que determina o crescimento da alfafa, que por sua vez, aumenta com a cobertura das novas folhas que aparecem e se expandem. A taxa de aparência de folhas é condicionada pela temperatura, assim em condições ideais na haste principal uma nova folha vai aparecendo a cada 34-37°C dia folha⁻¹. O coeficiente de extinção de luz (k) por unidade de área foliar é considerado como alto, com valores entre 0,8 e 0,9, em diferentes cultivares comerciais de alfafa. A eficiência média do uso de radiação de alfafa para a biomassa total (brotos, coroas e raízes) para a fotossíntese líquida do dossel é de 1,8 g MJ⁻¹ (radiação solar total) (STEDUTO et al., 2012).

A alfafa sobrevive durante o inverno armazenando carbono e compostos de nitrogênio como reservas em seus órgãos perenes, que são usadas para retomar o crescimento na primavera seguinte e após cada colheita de forragem (AVICE et al., 1997; STEDUTO et al., 2012).

Durante a primavera, a maioria da biomassa é retida em brotos e menos de 15% dela estão abaixo do solo. De meados do verão ao final do outono, essa parcela pode chegar a 60% do total assimilado. Os padrões sazonais de partição da biomassa diferem de acordo com a cultivar de alfafa, de acordo com a origem (mediterrânea ou Norte). Em regiões com alta latitude, as cultivares têm uma estacionalidade mais evidente e maior partição de biomassa para raízes no final do verão e no outono, em resposta a temperaturas mais baixas e a um fotoperíodo mais curto. A extensão da resposta da cultivar a temperaturas decrescentes e ao fotoperíodo é definida pela sua classificação de latência (LU et al., 2017; STEDUTO et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2008).

Durante o outono, as cultivares com dormência têm baixa taxa de crescimento, com folhas pequenas e hastes finas, resultando em baixa produtividade de forragem. No entanto, essas cultivares apresentam forte resistência ao frio e capacidade de hibernação. Em contraste, as cultivares sem dormência crescem vigorosamente, mas têm pouca tolerância ao frio e ao inverno (DU et al., 2018). Tais características certamente afetam o manejo da irrigação no período de inverno, pois a área foliar influencia o consumo de água da cultura.

6.1 Clima

A alfafa cresce sob condições ambientais diversas, tem capacidade de adaptação a uma grande variedade de climas e altitudes, o que possibilita o seu cultivo em localidades ao nível do mar ou em altitudes elevadas (FERREIRA et al., 2008). No entanto, o estresse por temperatura é um dos principais fatores que limitam sua expansão em certas regiões. Temperaturas elevadas podem inibir o crescimento e reduzir o rendimento e a longevidade da cultura. As temperaturas baixas limitam as áreas de adaptação devido às lesões que ocorrem no inverno (MCKENZIE et al., 1988).

O desenvolvimento da alfafa é insignificante em temperaturas inferiores a 5°C ou superiores a 45°C, portanto, estas são consideradas as temperaturas-base inferior (T_b) e superior (T_B). Entre esses limites, as taxas de desenvolvimento de alfafa aumentam linearmente e atingem o máximo a 30°C, que é considerada a temperatura ótima para a cultura.

As baixas temperaturas também limitam as taxas líquidas de fotossíntese do dossel. A eficiência do uso de radiação aumenta linearmente, de 0,6 g MJ⁻¹ a 6°C para 1,6 g MJ⁻¹ a 18°C (BROWN et al., 2006; STEDUTO et al., 2012). A alfafa de flor amarela (*Medicago falcata*) sobreviveu a temperaturas inferiores a -26°C no Alasca (EUA), e algumas variedades comuns (*Medicago sativa*) foram cultivadas no Vale da Morte na Califórnia (EUA), onde ocorrem temperaturas de até 54°C (FERREIRA et al., 2008; RASSINI et al., 2007).

Em regiões de alto potencial para o cultivo da alfafa no Brasil, temperaturas altas reduzem o período entre cortes e podem justificar o decréscimo de produtividade observado no verão. O intervalo entre cortes é de 35 a 42 dias no período de outono-inverno, e de 28 a 32 dias no período de primavera-

verão. Nesse último período têm-se obtido maiores produtividades, mas nas regiões com inverno ameno a produtividade pode ser aumentada com o uso da irrigação (FERREIRA et al., 2008; RASSINI et al., 2007).

6.2 Requerimentos Hídricos e Irrigação da alfafa

6.2.1 Estresse Hídrico

As necessidades hídricas da alfafa estão associadas à finalidade de seu cultivo (forragem ou sementes) e dependem do clima e da duração do ciclo fenológico da cultura, oscilando entre 800 a 1600 mm por período de crescimento (DOORENBOS; KASSAM, 1994). A quantidade de água utilizada por esta forrageira varia entre 600 a 900 kg água kg⁻¹ MS de forragem (HEICHEL, 1983; RASSINI, 2001).

Para a produção de forragem recomenda-se manter uma alta disponibilidade de água no solo para que a planta se mantenha em plena vegetação. Para a produção de sementes, existem duas fases: a inicial, na qual se deve manter alta disponibilidade hídrica; e a final, na qual se deve restringir à disponibilidade hídrica a um grau que induza a planta a iniciar o processo reprodutivo (FERREIRA et al., 2008; RASSINI et al., 2007).

A alfafa tem um sistema radicular profundo que pode estender-se até a 3 m em solos profundos, e que a máxima profundidade das raízes é alcançada depois do primeiro ano (PAULA; SILVA, 1998).

Como a maioria das raízes da cultura estão nas camadas mais próximas à superfície, não se deve considerar uma camada de solo muito profunda para contabilizar a água disponível à cultura. Taylor e Marble (1986) realizaram experimentos de produção de sementes em regiões de seca acentuada, verificando que os mais altos rendimentos foram obtidos com irrigação, considerando uma camada de solo de 0,6 m para extração de água (FERREIRA et al., 2008; RASSINI et al., 2007).

A umidade adequada do solo é essencial para a germinação e o estabelecimento das plântulas de alfafa. Heichel (1983) afirmou que a germinação é inibida em potenciais osmóticos de - 1200 kPa a -1500 kPa (solo muito seco). A redução do potencial de água de -5 kPa para -1000 kPa (redução da umidade do solo) durante quatro semanas causou uma redução de 28% no número de caules das mudas, de 31% no número de brotos e queda de 58% no peso das plantas.

Quando a evapotranspiração máxima (ET_m) é de 5 a 6 mm dia⁻¹, pode-se esgotar ao redor de 50% da disponibilidade total de água no solo (DTA) sem afetar a evapotranspiração da cultura (ET_c) (DOORENBOS; KASSAN, 1994).

Quando a demanda de evaporação da atmosfera excede a capacidade interna da planta em transportar água, ocorre o chamado estresse hídrico, que pode reduzir o crescimento das raízes e a nodulação de *Rhizobium meliloti*, microrganismo responsável pela fixação biológica de nitrogênio. A atividade da enzima nitrogenase nos nódulos pode ser reduzida em até 85%. Embora o estresse hídrico reduza a produtividade, a alfafa consegue recuperar-se quando ele cessa (FERREIRA et al., 2008; DONAVAN; MEEK citados por GUITJENS, 1990; RASSINI et al., 2007).

6.2.2 Demanda Hídrica e Irrigação da Alfafa

Se as condições ambientais são favoráveis, a alfafa pode produzir matéria seca ao longo de todo o ano. A remoção da área foliar reduz a transpiração e os valores de ET_c podem ser inferiores a 1 mm/dia, imediatamente após a desfolhação e em condições de inverno, e o principal componente é a evaporação de água do solo. Quando a cultura atinge o ponto de colheita, com dossel completo, a ET_c pode superar 8 mm/dia.

Na fase em que o desenvolvimento do dossel e o índice da área foliar (IAF) aumentam, diminui a proporção de evaporação do solo em relação à ET_c , e a transpiração aumenta. O coeficiente de cultura (K_c – proporção entre ET_c e ET_o) apresenta picos entre 1,1 e 1,15 com dossel completamente desenvolvido e declina quando ocorre a senescência de folhas, como resultado do auto-sombreamento (IAF alto), do início da floração ou de eventos de geada. A ET_c acumulada varia entre valores inferiores a 200 mm, em condições áridas, e superiores a 1000 mm, em condições bem irrigadas.

O requisito anual de água de uma cultura de alfafa pode ser estimado para qualquer local pela soma da estimativa diária de ET_c para o período de crescimento ativo da cultura. A irrigação durante o período de crescimento é estimada por meio da diferença entre ET_c e a soma de precipitação pluvial efetiva ($P_{pt_{Ef}}$) com o armazenamento de água prontamente disponível no solo (ARM_i), no início da estação de crescimento (Equação 1).

$$I = ET_c - (P_{pt_{Ef}} + ARM_i) \quad (1)$$

Em que,

I – irrigação da cultura, mm

ET_c – evapotranspiração da cultura, mm

$P_{pt_{Ef}}$ – precipitação pluvial efetiva, mm

ARM_i – armazenamento inicial de água no solo, mm

A água facilmente disponível (AFD) é um conceito muito utilizado na irrigação. Considera-se a AFD como a fração da disponibilidade total de água no solo (DTA) disponível para uma cultura agrícola sem que haja estresse por déficit hídrico (Equação 2).

$$AFD = f \text{ DTA} \quad (2)$$

Em que,

AFD – água facilmente disponível, mm

f – fator de disponibilidade de água à cultura (adimensional)

DTA – disponibilidade total de água no solo, mm

$$DTA = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) 10 z \quad (3)$$

Em que,

θ_{cc} – umidade volumétrica do solo à capacidade de campo, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$

θ_{pmp} – umidade vol. do solo no ponto de murcha permanente, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$

z – profundidade efetiva do sistema radicular, cm

A disponibilidade hídrica ideal no início da estação de crescimento ocorre quando o solo está em armazenamento máximo ($ARMi = DTA$). Assim, pode-se considerar como água facilmente um valor de 50% da DTA ($f = 0,5$; $AFD = 0,5 \text{ DTA}$) e seu valor absoluto dependerá da profundidade de raízes da cultura (z). Se houver recarga incompleta, um balanço de água simples pode ser usado para estimar o armazenamento inicial e calcula-se a percentagem de água disponível em relação à condição ideal (STEDUTO et al., 2012).

6.2.3 Resposta ao Estresse Hídrico

Apesar de a alfafa ter um profundo sistema radicular que permite um maior acesso à água que culturas de sistema radicular raso, a cultura tem pouca resistência à seca e é rapidamente afetada pela escassez de água (SHEAFFER et al., 1988; STEDUTO et al., 2012). Mesmo quando a umidade do solo está próxima da capacidade do campo, o uso da água pela alfafa pode ser limitado se houver uma alta demanda de água pela atmosfera.

Quando a demanda hídrica é maior do que a água disponível no solo na zona radicular, ocorre restrição aos principais processos de expansão da planta, da transpiração e da fotossíntese, com queda na eficiência de uso de radiação e aceleração da senescência de folhas. As taxas de expansão da área foliar relativa já sofrem redução quando a umidade do solo chega a um limiar de umidade entre 15 e 20% da capacidade do campo (BROWN et al., 2009; STEDUTO et al., 2012).

Efetivamente, a alfafa tem um padrão de extração de água de cima para baixo ao longo da estação de crescimento tanto no ciclo inicial quanto nos ciclos de rebrota.

As reduções nas taxas de extração de água são observadas em situações de estresse hídrico. Na ausência de outras medidas, pode-se supor que a alfafa pode extrair cerca de 3% da água disponível no solo em qualquer momento. Efetivamente, o suprimento potencial diário de água pode ser estimado a partir da capacidade de água disponível do solo e a profundidade das raízes da cultura de alfafa. Os coeficientes da taxa de extração da alfafa são baixos em comparação com outras culturas (DARDANELLI et al., 1997; STEDUTO et al., 2012), de modo que a alfafa prolonga o uso da água disponível no solo devido ao profundo sistema radicular, que aumenta o reservatório de abastecimento (DTA).

Se o estresse por déficit é problema, o estresse por excedente hídrico também é. A alfafa é menos tolerante a solos saturados do que outras espécies forrageiras. Condições anaeróbicas no solo com duração de 7 a 14 dias levam à morte radicular e à infecção secundária, particularmente por bactérias do gênero *Phytophthora* (STEDUTO et al., 2012).

6.2.4 Eficiência de Uso da Água

A eficiência de uso da água (EUA ou WUE – *water use efficiency*) é um parâmetro amplamente utilizado para a otimização da irrigação. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da produção de forragem e EUA da alfafa em pastejo rotacionado e irrigado num experimento conduzido em São Carlos, SP, durante a primavera e o verão. Os valores médios obtidos para produtividade de forragem foram de 2319,2 kg ha⁻¹ MS, com EUA de 13,9 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹ e 75 mm t⁻¹ MS. Nesse experimento, a irrigação contribuiu com 110,6 mm e a chuva, com 71,3 mm. Mesmo sendo o período mais úmido do ano nessa região, a irrigação contribuiu com 61% da necessidade de água da cultura.

Bolger e Matches (1990) realizaram um experimento comparando a produção de forragem de alfafa (*Medicago sativa* L.) e sanfeno (*Onobrychis viciifolia* Scop.), obtendo valores médios de EUA entre 16,7 kg ha⁻¹ mm⁻¹ e 18,3 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹ para a alfafa.

Saeed e El-Nadi (1997) realizaram um experimento com alfafa irrigada, variando a frequência da irrigação em região tropical e semiárida do Sudão, e obtiveram valores de EUA de 12, 10 e 8 kg ha⁻¹ mm⁻¹ para irrigações com turnos de rega de 7, 10 e 13 dias, respectivamente. Como os autores relataram que a lâmina d'água diária foi a mesma (8 mm dia⁻¹), é possível afirmar que a frequência também é importante no manejo de irrigação da alfafa, e o turno de rega deve ser estabelecido considerando a disponibilidade de água no solo.

Tabela 1. Produção de forragem em pasto de alfafa rotacionado e irrigado em São Carlos, SP.

Período	Massa de forragem (kg MS ha ⁻¹)	Irrigação (mm)	Chuva (mm)	Produtividade da água	
				(kg MS ha ⁻¹ mm ⁻¹)	(mm t ⁻¹ MS)
13/8 a 12/9	2053,3	146,0	---	14,1	71,1
20/8 a 19/9	2145,3	165,9	---	12,9	77,3
24/8 a 25/9	1668,8	172,5	2,2	9,6	103,4
2/9 a 2/10	2194,4	155,9	2,2	13,9	72,0
10/9 a 10/10	2019,7	199,1	2,2	10,0	99,7
17/9 a 17/10	2161,1	114,7	3,2	18,3	54,6
29/9 a 29/10	1969,1	101,9	54,4	12,6	79,4
3/10 a 2/11	2026,2	101,9	55,6	12,9	77,7
9/10 a 8/11	2870,7	74,3	125,6	14,4	69,6
22/10 a 21/11	2752,4	21,2	199,8	12,5	80,3
29/10 a 28/11	2957,0	36,1	150,6	15,8	63,1
6/11 a 6/12	3012,3	38,2	117,2	19,4	51,6
Média	2319,2	110,6	71,3	13,9	75,0

Fonte: Adaptado de Mendonça e Rassini (2008).

Em clima temperado, os maiores valores de eficiência de uso da água (EUA) são registrados na primavera e os valores diminuem ao longo do verão e do outono. Lindenmayer et al. (2011) compilaram resultados de nove trabalhos realizados nos Estados Unidos da América sobre irrigação de alfafa, nos quais a EUA variou entre 7 e 23 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Não houve diferenças significativas de EUA entre variedades de alfafa, mas houve diferenças de acordo com as estações do ano. As primeiras colheitas ocorrem na primavera, quando há alta luminosidade e temperaturas amenas, o que favorece a produção de biomassa, resultando em maiores valores de EUA. Por isso, os autores recomendaram que, em regiões com restrição hídrica, a irrigação seja plena nos primeiros cortes e restrita nas colheitas finais.

A alta EUA na primavera resulta de baixos déficits de pressão de vapor na atmosfera e das mais altas proporções folha-haste na produção total de biomassa. A produtividade da água é menor no verão por causa da alta demanda evaporativa atmosférica e dos consequentes maiores déficits de pressão de vapor. A redução da EUA no outono é resultante de mudanças na produção e divisão das raízes, e de temperaturas baixas. No caso de cultivares com dormência, há uma relação linear entre a produção de matéria seca e ETc (STEDUTO et al., 2012).

Outra forma de apresentar proporções entre produção de matéria seca e consumo de água é a produtividade da água (PA). Grimes et al. (1992) indicaram valores de PA para a alfafa entre 1,0 e 2,6 kg m⁻³, e Brown et al. (2005), de 2,9 kg m⁻³. Entretanto, tais valores não são fixos e podem variar de acordo com a fase do ciclo da cultura; em outro estudo, a PA caiu de 2,1 kg m⁻³ para 0,4 kg m⁻³ imediatamente após a desfolha (ASSENG; HSIAO, 2000; STEDUTO et al., 2012).

6.2.5 Irrigação

Há vários experimentos realizados em alfafa centrados na relação entre a profundidade da irrigação e o rendimento de alfafa (CARTER; SHEAFFER, 1983; CAVERO et al., 2017; GRIMES et al., 1992; PEEL et al., 2004; RETTA; HANKS, 1980; SAMMIS, 1981; SHANI; DUDLEY, 2001; SMEAL et al., 1992; UNDERSANDER, 1987). Tais experimentos mostram a importância de se planejar bem a irrigação e considerar a profundidade adequada do sistema radicular da cultura, que pode variar devido a limitações de fertilidade do solo, especialmente em localidades de clima tropical, com solos de pH baixo e altos teores de alumínio.

Rassini (2002) desenvolveu um método prático de manejo da irrigação na cultura a partir de um experimento desenvolvido em área com Latossolo Vermelho-Amarelo. O autor monitorou a umidade do solo na camada de 0-20 cm e sua relação com a diferença entre a evaporação de um tanque Classe A e a precipitação pluvial (ECA - PRP). O autor concluiu que valores acumulados de (ECA - PRP) entre 20 e 30 mm foram compatíveis com a capacidade de água disponível (CAD) desse solo, e que tal faixa de valores pode ser utilizada como indicativo para iniciar a irrigação da cultura. O autor também observou que assim foi possível aumentar a eficiência de uso da água aplicada na alfafa sem provocar queda no rendimento de forragem. Tal manejo pode ser iniciado a partir da emissão do primeiro afilho secundário, assim que os valores acumulados de (ECA - PRP) estiverem próximos de 30 mm.

A irrigação na cultura da alfafa geralmente é feita com o método da aspersão, mas também há relatos do uso do método de irrigação por superfície (CARTER; SHEAFFER, 1983). Segundo alguns estudos, as perdas de água por evaporação em áreas de alfafa irrigada por aspersão variaram de 4%, para irrigação noturna, a 10%, para irrigação diurna (CAVERO et al., 2016, 2017; STAMBOULI et al., 2013).

Cavero et al. (2017) realizaram um experimento em Zaragoza (Espanha) para estudar os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de irrigação com um sistema de aspersão convencional fixa, observando que as mudanças microclimáticas e fisiológicas da cultura, bem como a uniformidade da irrigação, podem afetar a produção de forragem da alfafa. O rendimento de forragem de alfafa aumentou linearmente à medida que a lâmina d'água aplicada aumentou de 55% para 115% do requisito teórico de irrigação de culturas (ETc estimada). A maior resposta produtiva em lâminas de irrigação superiores a 100% do requisito teórico de irrigação foi relacionada aos efeitos do vento (deriva e evaporação). Os autores concluíram que a lâmina de irrigação deve ser 15% superior à ETc estimada para a cultura, de modo a otimizar a produção de alfafa e o uso da água em áreas com irrigação por aspersão convencional fixa.

6.2.6 Tolerância à Seca

Recentemente a tolerância à seca em alfafa tornou-se alvo importante de pesquisa e os mecanismos ainda não foram completamente estudados devido às grandes variações na interação genótipo-ambiente. Isto implica em mudanças significativas nas classificações populacionais, observadas tanto em grandes regiões, como a bacia do Mediterrâneo Ocidental (ANNICCHIARICO et al., 2011), como em uma região relativamente pequena, como o norte da Itália (ANNICCHIARICO et al., 2015; ANNICCHIARICO; PIANO, 2005).

O trabalho de Kang et al. (2011) sugere que germoplasmas com tolerância e suscetibilidade à seca podem compartilhar mecanismos fisiológicos similares de resposta ao estresse hídrico, e as principais diferenças são quantitativas, tais como a redução da condutância estomática sob estresse ou a produção de osmólitos e antioxidantes (ANNICCHIARICO et al., 2015; SUÁREZ et al., 2009).

As adaptações morfológicas à seca em coleções de germoplasma incluem redução do crescimento e raízes rizomatosas (PROSPERI et al., 2006), características também associadas à tolerância ao pastejo. As raízes são favorecidas em ambientes secos, mas a extensão lateral e a variação dessa característica é algo controversa (ANNICCHIARICO et al., 2015; LAMB et al., 2000; ODORIZZI et al., 2008).

Embora o foco não seja tolerância à seca, o trabalho de Botrel e Alvim (1997) mostra o desempenho de 15 cultivares de alfafa durante as estações das águas e da seca na Zona da Mata de Minas Gerais. Os autores observaram grandes diferenças de produção de forragem, especialmente no período de seca. Nesse período, a cultivar mais produtiva (Crioula, 8100 kg MS ha⁻¹) superou em 81% a menos produtiva (Maricopa, 4482 kg MS ha⁻¹), e no período chuvoso a diferença caiu para 31% (9126 e 6966 kg MS ha⁻¹).

Viana et al. (2004) realizaram um estudo semelhante na região do Cerrado de Minas Gerais, chegando a conclusões similares: no período de seca, a produtividade da cultivar mais produtiva (Crioula, 8770 kg MS ha⁻¹) superou em 59% a menos produtiva (BR 3, 5520 kg MS ha⁻¹). Entretanto, nessa região a diferença entre as cultivares se manteve no mesmo patamar durante o período chuvoso (11250 kg MS ha⁻¹ e 7090 kg MS ha⁻¹).

Portanto, as adaptações da alfafa para tolerância à seca variam de acordo com a cultivar e com as condições edafoclimáticas locais, e devem ser consideradas no processo de decisão sobre a irrigação da cultura. Como se trata de um investimento relativamente alto, tais informações são fundamentais na análise de viabilidade econômica da irrigação.

6.2.7 Tolerância à Salinidade

A alfafa foi caracterizada como uma cultura moderadamente sensível à salinidade, com uma condutividade elétrica limiar (EC) de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (1280 ppm de sólidos dissolvidos totais - SDT) e um limiar de 1,5 bar (1 bar = 100 kPa) do potencial osmótico da solução do solo, com umidade do solo na capacidade do campo (EL-SHARKAWY et al., 2017).

A cultura tem uma tolerância relativamente alta à salinidade na zona radicular inferior, desde que a solução do solo seja pouco salina na zona superior. É mais sensível ao Na^+ do que ao Cl^- , de modo que o acúmulo de Na^+ é a principal causa de queda do rendimento na irrigação com água salina. Mesmo com água moderadamente salina, a irrigação pode promover o deslocamento de sais e o acúmulo em camadas profundas do solo, permitindo a proliferação de raízes em camadas próximas à superfície e com baixa salinidade. Valores de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) de 10 dS m^{-1} causam reduções significativas de rendimento. Mesmo nessas condições o rendimento absoluto da alfafa ainda pode ser maior do que várias gramíneas "tolerantes ao sal" (STEDUTO et al., 2012).

El-Sharkawy et al. (2017) realizaram um experimento sobre o efeito da salinidade em sementes de dez genótipos de alfafa, com germinação em uma câmara de crescimento em cinco concentrações de sais (0%, 0,5%, 1%, 1,5% e 2%) e observaram que as concentrações de sais acima de 1% reduziram a germinação de sementes em mais de 70% na maioria dos genótipos. No mesmo experimento, os autores selecionaram dois genótipos, um tolerante e outro sensível à salinidade, plantando-os em areia a dois tratamentos de salinidade ($\text{CE} = 10$ e 15 dS m^{-1}) e quatro tratamentos de fertilização (controle – solução de Hoagland (HOAGLAND; ARNON, 1950); extrato de algas; ácido húmico; sulfato de potássio), verificando que a biomassa vegetal foi reduzida sob ambas as concentrações de sais em ambos os genótipos, com maior magnitude no genótipo sensível. A aplicação de extrato de algas marinhas resultou em maior teor relativo de água e prolina (indicador de estresse hídrico em plantas) sob ambas as concentrações de sal no genótipo sensível ao sal. De modo geral, o extrato de algas marinhas parece ter um efeito positivo no alívio do estresse salino na alfafa.

6.2.8 Rendimento e Qualidade

A diversidade climática e de solos utilizados no cultivo da alfafa tem forte efeito sobre a produtividade da cultura. Os rendimentos relatados em experimentos na Nova Zelândia variam de menos de $1 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em sistemas de sequeiro, em locais com solos com baixa capacidade de retenção de água e baixa pluviosidade anual ($< 300 \text{ mm ano}^{-1}$) a mais de $28 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em locais

com solos profundos, com alta capacidade de retenção de água e bem irrigados (BROWN et al., 2005). Na África foram relatados níveis de produtividade máxima entre 10 e 20 t MS ha⁻¹ ano⁻¹, que é uma faixa comum de resultados obtidos em áreas irrigadas na Europa, na China e na América do Norte. Em condições de sequeiro e com precipitação pluvial de 500-800 mm ano⁻¹, foram relatados rendimentos de 5 a 17 t MS ha⁻¹ ano⁻¹. A produtividade e a persistência de população de plantas de alfafa são afetadas pelo manejo da cultura e pela localização, com expectativa de declínio na população de plantas nos primeiros 4-5 anos. A população de plantas pode persistir por mais de 20 anos em locais com clima de baixa pluviosidade e com período bem caracterizado de dormência no inverno, desde que os solos não congelem e causem a morte das plantas (STEDUTO et al., 2012).

A qualidade da forragem de alfafa está diretamente relacionada à fração de haste foliar em comparação com o caule, de menor qualidade. Durante o crescimento vegetativo das culturas, as primeiras 2 t MS ha⁻¹ são, predominantemente, forragens de alta qualidade, com teor de proteína bruta igual ou superior a 25%. À medida que a alfafa amadurece além desse estágio, a proporção de caule de qualidade inferior aumenta e a razão folha-caule diminui (MARTEN et al., 1988). Assim, para obter feno de alta qualidade, normalmente a alfafa é cortada no início do período de floração ou antes disso. Quando a alfafa é utilizada em pastejo rotacionado, recomenda-se que cada piquete tenha intervalo de pastejo de 35 a 42 dias (MOOT et al., 2003). O pastejo contínuo contribui para o declínio nas reservas radiculares e a consequente morte de plantas enfraquecidas. Permitir um período de crescimento prolongado no outono é benéfico para reabastecer as reservas radiculares e ajuda a garantir a persistência da pastagem.

Referências

- ANNICCHIARICO, P.; BARRETT, B.; BRUMMER, E. C.; JULIER, B.; MARSHALL, A. H. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, p. 327-380, 2015. DOI: 10.1080/07352689.2014.898462.
- ANNICCHIARICO, P.; PECETTI, L.; ABDELGUERFI, A.; BOUIZGAREN, A.; CARRONI, A. M.; HAYEK, T.; BOUZINA, M. M.; MEZNI, M. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. **Field Crops Research**, v. 120, n. 2, p. 283-291, Jan. 2011. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.11.003.
- ANNICCHIARICO, P.; PIANO, E. Use of artificial environments to reproduce and exploit genotype x location interaction for lucerne in northern Italy. **Theoretical Applied and Genetics**, v. 110, n. 2, p. 219-227, Jan. 2005. DOI: 10.1007/s00122-004-1811-9.
- ASSENS, S.; HSIAO, T. C. Canopy CO₂ assimilation, energy balance, and water use efficiency of an alfalfa crop before and after cutting. **Field Crops Research**, v. 67, n. 3, p. 191-206, Aug. 2000. DOI: 10.1016/S0378-4290(00)00094-0.
- AVICE, J. C.; LEMAIRE, G.; OURRY, A.; BOUCAUD, J. Effects of the previous shoot removal frequency on subsequent shoot regrowth in two *Medicago sativa* L. cultivars. **Plant and Soil**, v. 188, n. 2, p. 189-198, Jan. 1997. DOI: 10.1023/A:1004291801023.
- BARNES, D. K.; GOPLEN, B. P.; BAYLOR, J. E. Highlights in the USA and Canada. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 1-24. (Agronomy monograph, 29).
- BENABDERRAHIM, M. A.; MANSOUR, H.; ALI, F. Diversity of lucerne (*Medicago sativa* L.) populations in South Tunisia. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n. 6, p. 2851-2861, 2009.
- BOLGER, T. P.; MATCHES, A. G. Water-use efficiency and yield of sainfoin and alfalfa. **Crop Science**, v. 30, n. 1, p. 143-148, 1990. DOI: 10.2135/cropsci1990.0011183X003000010032x.
- BOTREL, M. de A.; ALVIM, M. J. Avaliação de cultivares de alfafa na Zona da Mata de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 9, p. 971-975, set. 1997.
- BROWN, H. E.; MOOT, D. J.; FLETCHER, A. L.; JAMIESON, P. D. A framework for quantifying water extraction and water stress responses of perennial lucerne. **Crop and Pasture Science**, v. 60, n. 8, p. 785, 2009. DOI: 10.1071/CP08415.
- BROWN, H. E.; MOOT, D. J.; POLLOCK, K. M. Herbage production, persistence, nutritive characteristics and water use of perennial forages grown over 6 years on a Wakanui silt loam. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 48, n. 4, p. 423-439, dez. 2005. DOI: 10.1080/00288233.2005.9513677.
- BROWN, H. E.; MOOT, D. J.; TEIXEIRA, E. I. Radiation use efficiency and biomass partitioning of lucerne (*Medicago sativa*) in a temperate climate. **European Journal of Agronomy**, v. 25, n. 4, p. 319-327, Nov. 2006. DOI: 10.1016/j.eja.2006.06.008.
- CARTER, P. R.; SHEAFFER, C. C. Alfalfa response to soil water deficits. I. Growth, forage quality, yield, water use, and water-use efficiency. **Crop Science**, v. 23, n. 4, p. 669-675, 1983. DOI: 10.2135/cropsci1983.0011183X002300040016x.
- CAVERO, J.; FACI, J. M.; MARTÍNEZ-COB, A. Relevance of sprinkler irrigation time of the day on alfalfa forage production. **Agricultural Water Management**, v. 178, p. 304-313, Dec. 2016. DOI: 10.1016/j.agwat.2016.10.008.

- CAVERO, J.; FACI, J. M.; MEDINA, E. T.; MARTÍNEZ-COB, A. Alfalfa forage production under solid-set sprinkler irrigation in a semiarid climate. **Agricultural Water Management**, v. 191, p. 184-192, Sept. 2017. DOI: 10.1016/j.agwat.2017.06.018.
- DARDANELLI, J. L.; BACHMEIER, O. A.; SERENO, R.; GIL, R. Rooting depth and soil water extraction patterns of different crops in a silty loam Haplustoll. **Field Crops Research**, v. 54, n. 1, p. 29-38, Aug. 1997. DOI: 10.1016/S0378-4290(97)00017-8.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Ed. da UFPB, 1994. (FAO. Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 33).
- DU, H.; SHI, Y.; LI, D.; FAN, W.; WANG, Y.; WANG, G.; WANG, C. Proteomics reveals key proteins participating in growth difference between fall dormant and non-dormant alfalfa in terminal buds. **Journal of Proteomics**, v. 173, p. 126-138, Feb. 2018. DOI: 10.1016/j.jprot.2017.11.029.
- EL-SHARKAWY, M.; EL-BESHBSHESHY, T.; AL-SHAL, R.; MISSAOUI, A. Effect of plant growth stimulants on alfalfa response to salt stress. **Agricultural Sciences**, v. 8, n. 4, p. 267-291, 2017. DOI: 10.4236/as.2017.84020.
- FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 469 p.
- GRIMES, D. W.; WILEY, P. L.; SHEESLEY, W. R. Alfalfa yield and plant water relations with variable irrigation. **Crop Science**, v. 32, n. 6, p. 1381-1387, 1992. DOI: 10.2135/cropsci1992.0011183X003200060015x.
- GUITJENS, J. C. Alfalfa. **Agronomy**, n. 30, p. 537-568, 1990.
- HEICHEL, G. H. Alfalfa. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. *Crop-water relations*. New York: John Wiley, 1983. p. 128-155.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: The College of Agriculture University of California, 1950. (California Agricultural Experiment Station. Circular, 347).
- KANG, Y.; HAN, Y.; TORRES-JEREZ, I.; WANG, M.; TANG, Y.; MONTEROS, M.; UDVARDI, M. System responses to long-term drought and re-watering of two contrasting alfalfa varieties. **The Plant Journal**, v. 68, n. 5, p. 871-889, Dec. 2011. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2011.04738.x.
- LAMB, J. F. S.; SAMAC, D. A.; BARNES, D. K.; HENJUM, K. I. Increased herbage yield in alfalfa associated with selection for fibrous and lateral roots. **Crop Science**, v. 40, n. 3, p. 693-699, 2000. DOI: 10.2135/cropsci2000.403693x.
- LINDENMAYER, R. B.; HANSEN, N. C.; BRUMMER, J.; PRITCHETT, J. G. Deficit irrigation of alfalfa for water-savings in the Great Plains and Intermountain West: a review and analysis of the literature. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 1, p. 45-50, 2011. DOI: 10.2134/agronj2010.0224.
- LU, X.; JI, S.; HOU, C.; SHEN, Y. Morphological development and dry weight distribution of alfalfa cultivars varying in fall dormancy under a short-term cultivation system. **Grassland Science**, v. 63, n. 1, p. 23-28, Jan. 2017. DOI: 10.1111/grs.12139.
- MARTEN, G. C.; BUXTON, D. R.; BARNES, R. F. Feeding value (forage quality). In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1988. p. 463-491. (Agronomy monograph, 29).

- McDONALD, W.; NIKANDROW, A.; BISHOP, A.; LATTIMORE, M.; GARDNER, P.; WILLIAMS, R.; HYSONS, L. **Lucerne for pasture and fodder**. 3rd ed. [S.l.]: NSW Agriculture, 2003. 39 p.
- McKENZIE, J. S.; PAQUIN, R.; DUKE, S. H. Cold and heat tolerance. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 259-302. (Agronomy, 29).
- MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. Manejo de irrigação da alfafa. In: FERREIRA, R. de P.; FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 141-169.
- MOOT, D.; BROWN, H. E.; TEIXEIRA, E.; POLLOCK, K. Crop growth and development affect seasonal priorities for lucerne management. In: LEGUMES for dryland pastures: proceedings of a New Zealand Grassland Association (Inc.) Symposium Held at Lincoln University, 18-19 November, 2003. [S.l.]: New Zealand Grassland Association, 2003. p. 201-208.
- ODORIZZI, A.; BASIGALUP, D.; AROLFO, V.; BALZARINI, M. Root traits variability in alfalfa (*Medicago sativa* L.) populations with a high number of lateral roots. **AgriScientia**, v. 25, p. 65-73, 2008.
- PAULA, D. P.; SILVA, C. R. da. **Necessidades hídricas, métodos de irrigação e aspectos econômicos da cultura de alfafa**. 1998. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/alfafa.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- PEEL, M. D.; WALDRON, B. L.; JENSEN, K. B.; CHATTERTON, N. J.; HORTON, H.; DUDLEY, M. Screening for salinity tolerance in Alfalfa: a repeatable method. **Crop Science**, v. 44, p. 2049-2053, 2004. DOI: 10.2135/cropsci2004.2049.
- PROSPERI, J.-M.; JENCZEWSKI, E.; ANGEVAIN, M.; RONFORT, J. Morphologic and agronomic diversity of wild genetic resources of *Medicago sativa* (L.) collected in Spain. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, n. 4, p. 843-856, June 2006. DOI: 10.1007/s10722-004-6476-3.
- RASSINI, J. B. Manejo da água na irrigação da alfafa num Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 503-507, 2002. DOI: 10.1590/S0100-204X2002000400012.
- RASSINI, J. B. Manejo de água de irrigação para alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1681-1688, 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000700004.
- RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. de P.; MOREIRA, A.; VILELA, D. Avaliação de cultivares de alfafa na região de São Carlos, São. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 289-293, 2007.
- RETTA, A.; HANKS, R. J. Corn and alfalfa production as influenced by limited irrigation. **Irrigation Science**, v. 1, n. 3, p. 135-147, Feb. 1980. DOI: 10.1007/BF00270878.
- SAEED, I. A. M.; EL-NADI, A. H. Irrigation effects on the growth, yield, and water use efficiency of alfalfa. **Irrigation Science**, v. 17, n. 2, p. 63-68, Feb. 1997. DOI: 10.1007/s002710050023.
- SAMMIS, T. W. Yield of alfalfa and cotton as influenced by irrigation. **Agronomy Journal**, v. 73, n. 2, p. 323-329, 1981. DOI: 10.2134/agronj1981.00021962007300020019x.
- SHANI, U.; DUDLEY, L. M. Field studies of crop response to water and salt stress. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, n. 5, p. 1522-1528, 2001. DOI: 10.2136/sssaj2001.6551522x.
- SHEAFFER, C. C.; TANNER, C. B.; KIRKHAM, M. B. Alfalfa water relations and irrigation. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 373-409. (Agronomy, 29).

SMEAL, D.; GREGORY, E. J.; ARNOLD, R. N. Interseasonal variability in the water use-production function of alfalfa. **Crop Science**, v. 5, n. 4, p. 576-578, 1992. DOI: 10.2134/jpa1993.0576.

STAMBOULI, T.; MARTÍNEZ-COB, A.; FACI, J. M.; HOWELL, T.; ZAPARA, N. Sprinkler evaporation losses in alfalfa during solid-set sprinkler irrigation in semiarid areas. **Irrigation Science**, v. 31, n. 5, p. 1075-1089, Sept. 2013. DOI: 10.1007/s00271-012-0389-2.

STEDUTO, P.; HSIAO, T. C.; FERERES, E.; RAES, D. **Crop yield response to water**. Rome: FAO, 2012.

SUÁREZ, R.; CALDERÓN, C.; ITURRIAGA, G. Enhanced tolerance to multiple abiotic stresses in transgenic alfalfa accumulating trehalose. **Crop Science**, v. 49, n. 5, p. 1791-1799, 2009. DOI: 10.2135/cropsci2008.09.0573.

TAYLOR, A.; MARBLE, V. Lucerne irrigation and soil water use during bloom and seed set on a red-brown earth in south-eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 26, n. 5, p. 577-581, 1986. DOI: 10.1071/EA9860577.

TEIXEIRA, E. I.; MOOT, D. J.; BROWN, H. E. Defoliation frequency and season affected radiation use efficiency and dry matter partitioning to roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 103-111, Feb. 2008. DOI: 10.1016/j.eja.2007.05.004.

UNDERSANDER, D. J. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) growth response to water and temperature. **Irrigation Science**, v. 8, n. 1, p. 23-33, Apr. 1987. DOI: 10.1007/BF00256813.

VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KONZEN, E. A.; BOTREL, M. de. A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de Cerrado no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 289-292, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000300013.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. de O. Integração lavoura pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 933-962.

CAPÍTULO 7. MANEJO DA FORRAGEM

Reinaldo de Paula Ferreira, Oscar Tupy, Dilermando Miranda da Fonseca, Frank Akiyoshi Kuwahara, Antonio Vander Pereira e Décio Karam

A alfafa é considerada uma das mais importantes forrageiras por reunir características importantes como produtividade, qualidade proteica, aceitabilidade, digestibilidade, capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera e baixa sazonalidade da produção de forragem. Entretanto, é uma cultura exigente em tratamentos culturais e a sua expansão na América Latina depende da utilização correta de insumos e da adoção de práticas adequadas de cultivo e estabelecimento.

O estabelecimento de um alfafal produtivo e persistente, em qualquer condição edafoclimática, inicialmente depende de um bom preparo e correção da fertilidade do solo. A planta de alfafa possui vasto sistema radicular pivotante, que penetra de 2 m a 5 m de profundidade no solo, absorvendo água e nutrientes do subsolo (RASSINI et al., 2008).

A produtividade e persistência da alfafa estão diretamente relacionadas ao seu manejo, uma vez que a rebrota da planta ocorre a expensas de reservas de carboidratos das raízes e da coroa da planta, acumuladas durante o período de crescimento da forrageira (RODRIGUEZ; EROLES, 2008).

A coroa é uma estrutura armazenadora de substâncias de reserva e local de gemas, de onde surgirão novas brotações da planta. É formada por tecidos perenes provenientes do caule e também pela parte superior da raiz. A conformação da coroa é influenciada por período frio e seco, prática cultural, ataque de pragas e de doenças, vigor geral e idade das plantas. Como essa estrutura se situa rente ao nível do solo, ela fica mais protegida contra danos causados pelo pastejo desproporcional e pelo corte inadequado da planta, de modo que essa localização pode-se tornar um mecanismo natural de proteção da alfafa. Cultivares sem repouso invernal têm coroas pequenas e compactas e aquelas de maior repouso invernal tendem a ter coroas mais longas e abertas (RODRIGUEZ; EROLES, 2008).

O primeiro corte da alfafa deve ser realizado quando a cultura se encontra em pleno florescimento, com 80% das plantas florescidas, para que acumule maior quantidade de carboidratos e apresente coroa e sistema radicular bem desenvolvidos. Para as cultivares testadas na região Sudeste do Brasil, esse período é de 70 a 80 dias. Preferencialmente, este primeiro corte deve ser feito com roçadeira, entre 8 a 10 cm da superfície do solo, já que neste estágio de maturação a alfafa é passível de acamamento e já se reduziu a qualidade da forragem. Posteriormente, recomenda-se realizar o corte ou iniciar o pastejo quando 10% das plantas entrarem em florescimento, período em que há equilíbrio entre a produção e a qualidade da forragem. No período

de inverno pode não haver emissão de flores e, quando esse fato ocorre, recomenda-se que a alfafa seja cortada ou pastejada quando a brotação basal atingir altura média de 3 a 5 cm. Isso permitirá que a planta, depois de cada pastejo, acumule reserva para favorecer boa rebrota, obtenha elevada produção e alta persistência ao longo do tempo (COMERON et al., 2015).

A colheita da alfafa por meio do corte deve ser realizada entre 8 e 10 cm da superfície do solo para preservar a brotação basal, mesma altura em que deve ser mantido o resíduo de pós- pastejo, resultando em maior absorção de nutrientes, mais resistência à seca e, conseqüentemente, maior produção de massa foliar. O manejo do pastejo deve ser diário, em lotação intermitente (pastejo rotativo), com período de descanso na região Sudeste do Brasil, no inverno, ao redor de 34 dias e, nas demais estações do ano, de aproximadamente 28 dias. O pastejo rotativo possibilita o descanso necessário para que a recomposição de reservas nas raízes redunde em rebrotações vigorosas e pastagens longevas e produtivas. Recomenda-se o método rotativo em faixas, para ter maior eficiência no uso da forragem. Neste caso disponibiliza aos animais faixa com oferta de forragem para atender o consumo por um dia. A adoção do método rotativo em faixas se deve ao fato de que no verão o período de descanso é menor e no inverno é maior e que o uso do manejo rotativo com número de piquetes fixo gera sobra de forragem no verão e, a sua falta, no inverno (RASSINI et al., 2008).

O rebrote da alfafa ocorre em função de reservas de carboidratos constituídos em maior proporção por amido e, em menor escala, por glicose, frutose e sacarose. Em função do tipo de exploração da planta forrageira (corte ou pastejo), esse acúmulo de reservas não é contínuo, uma vez que é interrompido em cada período de produção da planta. É nesse tempo, entre intervalo de corte ou pastejo, que se acumulam carboidratos não estruturais na raiz e na coroa basal. Dessa forma, um maior percentual de reservas de carboidratos na alfafa implica uma redução do tempo necessário para que o novo rebrote atinja o ponto de corte ou pastejo (RASSINI et al., 2008).

Após o corte ou pastejo (fase inicial), as reservas de carboidratos das raízes e da coroa diminuem, pois são carreadas para a parte aérea da planta. Quando o índice de área foliar aumenta (ao redor de 20 cm de altura), ao ponto de produzir uma quantidade de fotossintetizados maior que as reservas consumidas para o crescimento da planta, o processo se inverte, ou seja, nesse momento, os produtos fotossintetizados circulam da parte aérea para a raiz e coroa, aumentando novamente as reservas nessas estruturas. Esse acúmulo de reservas ocorre até a plena floração da planta, pois, a partir desse estágio até a maturação das sementes, todos os produtos fotossintetizados são destinados ao processo reprodutivo (SMITH, 1975).

A porcentagem de proteína bruta da alfafa é função do estágio de crescimento da planta. À medida que avança o estágio de desenvolvimento da planta ocorre redução do teor de proteína bruta da alfafa, alcançando o ápice no estágio de pré-botão. Entretanto, a alfafa não deve ser manejada no

estádio de pré-botão, por não permitir a recuperação das reservas de carboidratos. No Chile, em geral, faz-se o corte da alfafa no estágio de botão floral, neste caso é feito um corte com florescimento completo durante o ano para favorecer o acúmulo de carboidratos na raiz e na coroa (ORTIZ, 2000).

A qualidade de uma forragem não se refere apenas ao teor de proteína bruta (PB), mas também a outros componentes como teor de fibra, de lignina, digestibilidade e consumo, que são influenciados pelo estágio de desenvolvimento da alfafa e sua composição morfológica (porcentagem de folha, caule e forragem senescente). Na base da planta as folhas são mais velhas, a parede celular é mais espessa, os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) são maiores e, conseqüentemente, a digestibilidade e o consumo serão menores. Por esta razão os animais iniciam o pastejo pelo ápice da planta (CANGIANO, 2007). Já o teor de PB diminui linearmente do ápice para a base (COMERON; ROMERO, 2007).

Manejo adequado da irrigação é necessário para evitar o desperdício e aumentar a eficiência do uso de água. Tal manejo consiste em um conjunto de técnicas para projetar, instalar, monitorar e operar o sistema de irrigação de modo a obter a máxima produção econômica com a cultura. Um bom manejo deve considerar o clima, o local, a capacidade de armazenamento de água do solo, as características da cultura e o tipo de sistema de irrigação (MENDONÇA; RASSINI, 2015).

O consumo anual médio de água pela alfafa está entre 800 e 1.600 mm, dependendo do clima e da duração do período vegetativo (PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO, 1987), com a necessidade hídrica estando ao redor de 60 mm de água/t MS (WRIGHT, 1988). Os sistemas de irrigação por aspersão são os mais utilizados em alfafa, destacando-se os sistemas por aspersão convencional, por aspersão em malha, por gotejamento e sob pivô central. Normalmente procura-se manter o solo com 70% da capacidade de campo (MENDONÇA; RASSINI, 2015).

As plantas daninhas podem reduzir consideravelmente a produtividade da cultura da alfafa, competindo por água, luz, nutrientes, além de reduzirem a qualidade da forragem e das sementes (PETERS; PETERS, 1992). O período crítico de competição no estabelecimento estende-se dos 15 aos 50 dias após a emergência da alfafa (SILVA et al., 2004). Ou seja, esse período corresponde à fase em que as práticas de controle devem ser efetivamente adotadas. Assim, a comunidade de plantas infestante que se instalar após esse período não mais terá condições de interferir, de maneira significativa, sobre a produtividade da cultura da alfafa.

Entre as alternativas para o combate eficiente das plantas daninhas em alfafa está o controle químico com herbicidas. Suas principais vantagens são a rapidez na aplicação, a economia de recursos humanos e a eficácia do controle das espécies infestantes. Normalmente, em outros países, se utiliza trifluralin em pré-semeadura, com aplicação em solo úmido, na dose de 900 g ha⁻¹, imazethapyr para folhas largas, na dose de 100 g ha⁻¹, fluazifop-p-butyl para folhas estreitas, na

dose de 375 g ha⁻¹, paraquat como herbicida de contato, na dose de 200 g ha⁻¹ e Assist como espalhante adesivo, na dosagem de 1 L ha⁻¹ (BRIGHENTI; KARAM, 2015). Entretanto, deve-se ser ressaltado que, no Brasil, apenas o herbicida diuron é registrado para uso na cultura da alfafa no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este herbicida é utilizado em alfafais com mais de um ano, em cobertura total, logo após o corte e antes do surgimento de nova brotação, nas doses de 1,2 a 2,0 kg i.a. ha⁻¹ (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998)

Países com maior tradição no cultivo da alfafa, tais como EUA, Canadá e Argentina dispõem de número elevado de cultivares, adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas. No Brasil a cultivar Crioula continua sendo a mais plantada no País, com boa adaptabilidade e estabilidade (KOPP et al., 2011). O lançamento de novas cultivares de alfafa possibilitará o seu cultivo em diferentes regiões da América Latina, com consequente incremento da área de exploração, assegurando, dessa forma, alimento de alta qualidade e de alta produtividade nos sistemas intensivos de produção de leite e de carne (COMERON et al., 2015).

O cultivo sucessivo de alfafa na mesma área não é recomendado, já que esta leguminosa é uma espécie autotóxica, isto é, libera fitotoxinas que inibe ou retarda a germinação e o crescimento de plantas de alfafa na mesma área, fenômeno este conhecido como alelopatia. O ideal é que se faça uma rotação com gramíneas. Em geral indica-se o cultivo de milho após o de alfafa. A persistência de um alfafal depende do manejo, variando de três a cinco anos (COMERON et al., 2015). Sheaffer et al. (1991) concluíram que a alfafa, em clima temperado, após três anos de cultivo na mesma área, contribuiu com 100 kg ha⁻¹ de N residual para a cultura subsequente.

As doenças da alfafa são ocasionadas por um amplo espectro de fitopatógenos, o qual inclui fungos, bactérias, vírus, fitoplasmas e nematoides. Dentro desse conjunto de organismos, os fungos são responsáveis pela maioria das doenças de importância econômica. Provocam perdas econômicas de dois tipos: perdas diretas e perdas indiretas. As perdas diretas envolvem decréscimo da produtividade, causado pela mortandade de plantas ou pela diminuição do vigor, e redução da qualidade da forragem, provocada pelas manchas foliares e, ou, pela desfolhação. As perdas indiretas compreendem diminuição do valor nutricional da forragem causada pela perda e pela degradação dos compostos químicos de alto valor nutricional (proteínas, açúcares, lipídios e vitaminas), presença de micotoxinas, diminuição na nodulação, aumento da susceptibilidade ao ataque de insetos e proliferação de plantas daninhas de elevada competitividade. Recomenda-se utilizar cultivares tolerantes (GIECO et al., 2015).

Dentre as principais pragas da alfafa, os pulgões constituem as de maior importância, em razão do seu alto potencial reprodutivo e dos danos causados à cultura. Ninfas e adultos sugam a seiva das folhas e das hastes, injetam saliva tóxica na planta, causando atrofiamento da planta (encurtamento dos entrenós), transmitem doenças (mosaico-da-alfafa) e excretam honeydew (exsudato com aspecto

de mel), sobre o qual cresce um fungo preto denominado fumagina, que prejudica a fotossíntese. Indica-se, para o seu controle, utilizar cultivares tolerantes e controle biológico (SILVA et al., 2015).

No Brasil, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, caracteristicamente ácido e com baixa fertilidade natural, o custo de produção anual de um hectare de alfafa é de R\$ 7.141,26, levando-se em consideração no cálculo o custo de formação e manutenção da forragem, o custo de oportunidade da terra e as depreciações dos ativos fixos. O investimento na formação do pasto de alfafa foi de R\$ 3.172,50 ha⁻¹, depreciado em três anos. O valor do investimento em ativos fixos, que inclui o conjunto de irrigação, a cerca elétrica para pastejo em faixa e o bebedouro foi de R\$8.825,38 ha⁻¹, depreciado proporcionalmente à vida útil de cada ativo: 10 anos para os dois primeiros e 5 anos para o último. O custo de formação da alfafa envolveu preparo do solo, calagem e adubação na semeadura, aplicação de herbicida e sementes. Já o custo de manutenção do pasto de alfafa foi de R\$ 4.708,43 ha⁻¹, composto por despesas com insumos (calcário, adubo, herbicida e inseticida), reposição de peças, serviços de adubação, aplicação de herbicidas e consumo de energia elétrica. Considerando-se produção de 20 t MS de alfafa/ano e vida útil do alfafal de três anos, produz-se alfafa ao custo de R\$ 0,36 kg⁻¹ de MS. O que mais pesou no custo de produção de alfafa foi a utilização de insumos, especialmente cloreto de potássio (TUPY et al., 2015).

Referências

- BRIGHENTI, A. M.; KARAM, D. Controle de plantas daninhas. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 53-63.
- CANGIANO, C. A. Crecimiento y manejo de la defoliación. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 247-276.
- COMERON, E. A.; FERREIRA, R. P.; VILELA, D.; KUVAHARA, F. A.; TUPY, O. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 131-149.
- COMERON, E. A.; ROMERO, L. A. Utilización de la alfalfa por vacas lecheras em pastoreo. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 2007. p. 303-331.
- GIECO, J. O.; GASIGALUP, D. H.; PORTO, D. M. Doenças. In: FERREIRA, R. P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 65-87.
- KOPP, M. M.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Cultivares de alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. de P.; BASIGALUP, D. H.; GIECO, J. O. (Ed.). **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. p. 309-331.
- MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. Manejo da irrigação. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 27-44.
- ORTIZ, P. S. **Alfafa en la zona centro sur de Chile**. Santiago: INIA, 2000. 266 p.
- PETERS, E. J.; PETERS, R. A. Weeds and weed control. In: HANSON, C. H. (Ed.). **Alfalfa science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1992. p. 555-573.
- PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO (Brasil). **Tempo de irrigar: manual do irrigante**. São Paulo: Matter: Fundação Victor Civita, 1987. 160 p.
- RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P.; CAMARGO, A. C. Cultivo e estabelecimento da alfafa. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 39-79.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. de S. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.
- RODRIGUEZ, N. E.; EROLES, S. F. Morfologia da alfafa. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 16-36.
- SHEAFER, C. C.; RUSSELE, M. P.; HEICHEL, G. H. Nonharvested forager legumes: nitrogen and dry matter yields and effects on a subsequent corn crop. **Journal Production Agriculture**, v. 4, n. 4, p. 519-524, 1991.
- SILVA, C. S.; BUENO, V. H. P.; FAVA, F. D. Pragas. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 65-87.

SILVA, W.; VILELA, D.; COBBUCI, T.; HEINEMANN, A. B.; REIS, F. A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 729-735, 2004.

SMITH, D. Effects of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil K. **Agronomy Journal**, v. 67, n. 1, p. 60-64, 1975. DOI: 10.2134/agronj1975.00021962006700010016x.

TUPY, O.; FERREIRA, R. P.; VILELA, D.; ESTEVES, S. N.; KUWAHARA, F. A.; ALVES, E. R. A. Viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, 2: 102-116, 2015.

WRIGHT, J. L. Daily and seasonal evapotranspiration and yield of irrigated alfalfa in southern Idaho. **Agronomy Journal**, v. 80, n. 4, p. 662-669, 1988. DOI: 10.2134/agronj1988.00021962008000040022x.

CAPÍTULO 8. IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Décio Karam e Alexandre Magno Brighenti

Um dos mais importantes fatores de redução da produtividade da cultura da alfafa no estabelecimento pode ser considerado a interferência de plantas daninhas. Reduções entre 35 a 40% foram observadas por Rassini e Freitas (1995) quando a cultura da alfafa permaneceu em competição com uma população de plantas daninhas composta por capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*), picão branco (*Galinsoga parviflora*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), caruru de espinho (*Amaranthus spinosus*), grama seda (*Cynodon dactylon*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), com densidade média de 250 plantas m². Em estudo para avaliar a eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas Silva et al. (2003) observaram reduções em torno de 75% na produção de biomassa seca quando da presença de uma população de plantas daninhas composta por *Amaranthus retroflexus*, *Ageratum conyzoides*, *Heliotropium indicum*, *Emilia sonchifolia*, *Commelina benghalensis*, *Panicum maximum*, *Digitaria horizontalis*, *D. insularis* e *Brachiaria decumbens*.

As reduções da produtividade da cultura da alfafa atribuídas pelas plantas daninhas são consequências do efeito direto pela competição principalmente por água, luz e nutrientes. Além destes efeitos, as plantas daninhas podem interferir diretamente reduzindo a qualidade da forragem e das sementes (PETERS; PETERS, 1992). O período crítico da presença das plantas daninhas para a alfafa se estende dos 15 aos 50 dias após a emergência da cultura (SILVA et al., 2004). Na prática, esse período corresponde à fase em que o controle deve ser efetivamente adotado pelo produtor, ou seja, neste período a cultura da alfafa deverá ser mantida sem a presença das plantas daninhas. A partir deste período, as plantas daninhas que emergirem e se estabelecerem não mais terão condições de interferir, de maneira significativa, sobre a produtividade da cultura.

Em estudo avaliando a competição de plantas daninhas na cultura da alfafa, em diferentes densidades de plantio, Raoofi e Alebrahim (2017) concluem que a não interferência aumenta o peso verde e seco, altura de plantas e número de folhas por planta, número de nós da haste principal e área foliar, bem como o valor nutricional da alfafa. Baseado nestes resultados, estes autores recomendam que os produtores utilizem uma densidade adequada para que se obtenha máximo rendimento e menor uso de herbicidas para o manejo de plantas daninhas.

As principais plantas daninhas que infestam a cultura da alfafa estão ilustradas na Figura 1. Entre as alternativas para o controle de plantas daninhas em culturas está o controle químico com herbicidas. Suas principais vantagens são a rapidez na aplicação, a economia de recursos humanos e a eficácia do controle das espécies infestantes. Em contrapartida, esse método exige técnica apurada

Fotos: Alexandre Magno Brighenti



Cabelo-de-anjo (*Cuscuta* spp.)



Nabiça (*Raphanus raphanistrum*)



Picão-preto (*Bidens* spp.)



Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*)



Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*)

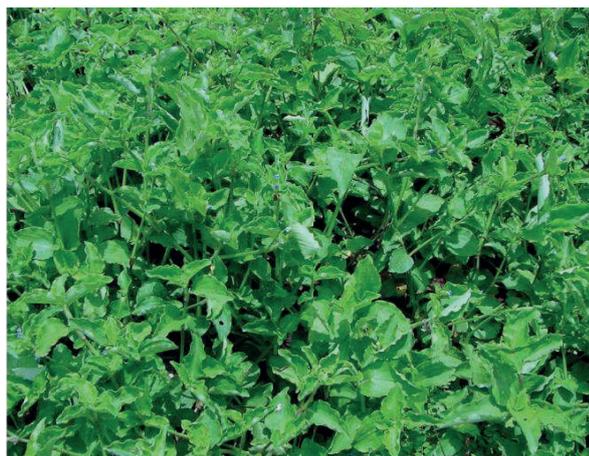


Capim-colchão (*Digitaria* spp.)

Fotos: Alexandre Magno Brighenti



Grama-bermuda (*Cynodon dactylon*)



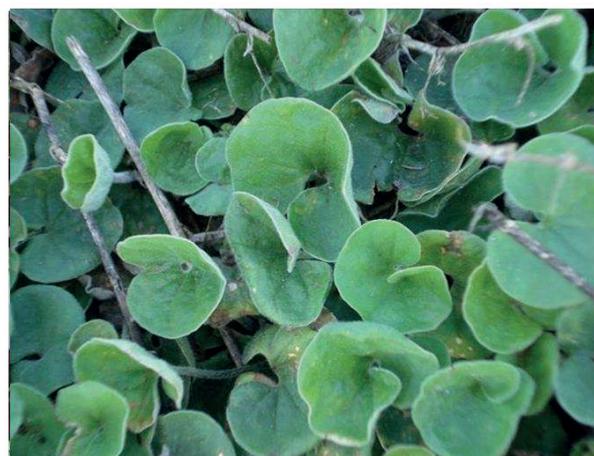
Trapoeraba (*Commelina benghalensis*)



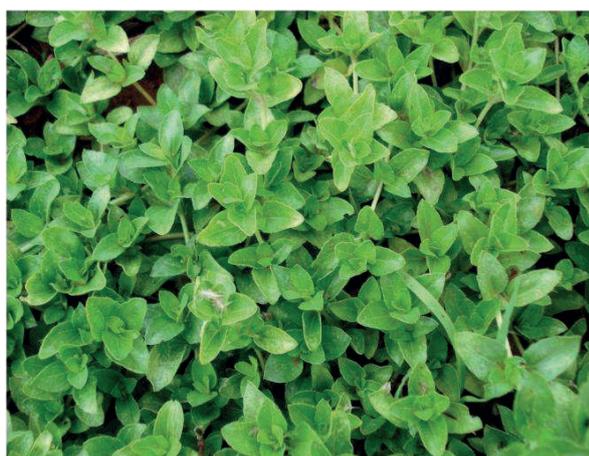
Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*)



Corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*)



Pata-de-cavalo (*Centella asiatica*)



Agriãozinho (*Synedrellopsis grisebachii*)

Figura 1. Principais plantas daninhas presentes na cultura da alfafa.

Foto: Alexandre Magno Brighenti

acompanhamento de um engenheiro agrônomo, pessoal de apoio capacitado e bem treinado, além dos cuidados com o uso de equipamentos de proteção individual para preservar a saúde do aplicador, assim como cuidados com o meio ambiente. A frequência e doses de aplicação de herbicidas podem afetar a velocidade de rebrota, a persistência do alfafal e, ainda, agredir o meio ambiente.

Um programa racional de controle das plantas daninhas, tanto no estabelecimento quanto em cultivos já estabelecidos, deve combinar medidas de prevenção com controles culturais, mecânicos e químicos. Uma das medidas mais efetivas de prevenção é a escolha de um lote livre de plantas daninhas-problema e com baixa ou nenhuma infestação de plantas daninhas perenes.

No estabelecimento da alfafa o controle mecânico é um método econômico, mesmo que seja efetivo somente para as plantas daninhas anuais. Este método é realizado com o uso de implementos como grade de discos, carpideiras, cultivadores rotativos, entre outros. Obviamente, o cultivo em espaçamentos entre linhas de plantio maiores facilita o método de controle mecânico. Para se decidir o momento e a frequência deste método de controle, o produtor deve verificar o desenvolvimento da cultura, das plantas daninhas e o dano que ele poderá ocasionar. Portanto, para um menor risco de danos a cultura é conveniente que neste método de controle seja utilizado trator que tenha rodas estreitas. O controle mecânico também pode ser útil para a eliminação de plântulas de alfafa de cultivos anteriores, bem como para melhorar a infiltração da água de irrigação no perfil do solo (ECHEVERRÍA et al., 1995).

Embora eficaz, o controle químico na alfafa é pouco utilizado em função do limitado número de herbicidas registrados no Brasil para a cultura. O único herbicida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura da alfafa é o diuron, marca comercial Diuron Nortox. Esse herbicida é utilizado em alfafais com mais de um ano, em cobertura total, logo depois do corte e antes do surgimento de nova brotação nas doses de 1,2 a 2,4 kg ha⁻¹ e está registrado para controle das espécies: *Portulaca oleracea*, *Digitaria insularis*, *D. sanguinalis*, *D. horizontalis*, *Cenchrus echinatus*, *Melinis minutiflora*, *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica*, *Acanthospermum hispidum*, *Amaranthus hybridus*, *A.*, *Sida glaziovii*, *S. rhombifolia*, *Gnaphalium spicatum*, *Solanum americanum*, *Ageratum conyzoides*, *Brassica rapa*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Cyperus esculentus*, *Commelina benghalensis* e *C. difusa* (BRASIL, 2017).

Moschetti et al. (2007) descrevem os herbicidas que têm sido empregados na produção de sementes de alfafa, que podem resumir-se da seguinte maneira: A- *Preparação do terreno*: glyphosate (960 a 1920g ha⁻¹) para plantas daninhas perenes e paraquat (500 a 750 g ha⁻¹) para plantas daninhas anuais; B- *Estabelecimento da cultura*: a) pré-plantio incorporado: trifluralin (550 a 900 g ha⁻¹) e EPTC (2500-3000 g ha⁻¹); b) pré-emergência: methazole (1500 a 1800 g ha⁻¹) e flumetsulam (50 a 70 g ha⁻¹); e c) pós-emergência: i) latifoliadas (dicotiledôneas ou “folhas largas”): 2,4-DB (750 a 1000 g ha⁻¹); bromoxinil (350 a 550 g ha⁻¹); e flumetsulam (35 g ha⁻¹) ou bentazon (300 a 500 g ha⁻¹),

geralmente combinados com 2,4-DB para controlar plantas daninhas pouco sensíveis ou resistentes a este último; e ii) gramíneas (monocotiledôneas ou “folhas estreitas”): clethodim, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, haloxifop-metyl, quizalofop-ethyl, quizalofop-p-ethyl, e sethoxydim (DELL’AGOSTINO, 1990; DELL’AGOSTINO et al., 1987); e C- *Cultivos já estabelecidos*: a) durante o repouso invernal e em pré-emergência das plantas daninhas: diuron (2000-2400 g./ha), terbacil (800 a 1000 g ha⁻¹), metribuzin (550 a 750 g ha⁻¹) e propizamida (1000 a 2000 g ha⁻¹); e b) pós-emergência: 2,4-DB, bromoxynil, flumetsulam (25 a 35 g ha⁻¹), imazetapyr (80 a 100 g ha⁻¹), chlorimuron ethyl (5 a 7,5 g ha⁻¹), bentazon (300 a 500 g ha⁻¹) e glyphosate (500 a 1000 g ha⁻¹), aplicados durante os meses sem rebrota ativa na alfafa.

Em alfafa já estabelecida o herbicida paraquat, do grupo dos inibidores do Fotossistema I, caracterizado como um herbicida de contato, não seletivo, utilizado em aplicação em pós- emergência das plantas daninhas de folhas largas e estreitas, tem sido indicado logo depois do corte da alfafa, pois como a coroa fica abaixo do nível do solo, ela não recebe o herbicida, ficando protegida. A dose de paraquat normalmente aplicada é de 300 g ha⁻¹, acrescida do adjuvante não iônico na dosagem de 0,2% v/v (RAINERO et al., 1995). Não é aconselhado aplicá-lo depois da rebrota das plantas de alfafa, pois os sintomas de intoxicação são muito acentuados e, em aplicações excessivas, pode afetar a velocidade de rebrota e a persistência do alfafal.

O manejo de plantas daninhas gramíneas, em alfafa estabelecida, tem sido realizada, em outros países, utilizando-se herbicida de pós-emergência, pertencente ao grupo dos herbicidas inibidores da enzima Acetil CoA carboxilase (ACCCase), dentre os quais o fluazifop-p-butyl, aplicado de preferência quando as plantas daninhas se encontram nos estádios iniciais de crescimento, nas dosagens de 125 a 187 g. ha⁻¹ (MELLO et al., 2000; SILVA et al., 2004) e o clethodim, aplicado na dose de 100 g. ha⁻¹, acrescido de 0,5% v/v de óleo mineral (MELLO et al., 2000; RAINERO et al., 1995).

O produtor deve ter consideração especial para o controle de uma planta daninha muito problemática para a produção de semente de alfafa: a cuscuta (*Cuscuta* spp.). Esta espécie é planta anual e parasita, aparece geralmente em forma de manchas isoladas (reboleiras) que, se não forem controladas, podem chegar a infestar toda a área de produção. O controle preventivo inclui o uso de semente livre de cuscuta; a adequada limpeza das máquinas ao término da colheita de uma área; o controle de cuscuta e de plantas daninhas hospedeiras em estradas e carregadores, alambrados e canais de irrigação, e impedir o pastejo em áreas contaminadas (DELL’AGOSTINO, 1990). Quando aparecem manchas (reboleiras) de cuscuta em uma área, é fundamental eliminá-las antes que a mesma floresça e produza sementes. Para isso, o produtor deve cortar as plantas de alfafa parasitadas abaixo do ponto onde a cuscuta está aderida, deixá-las secar e depois retirá-las do lote e destruí-las. Outra alternativa, é cortar as plantas de cuscuta e queimá-las após a secagem. O produtor também pode fazer a opção de queimar diretamente o setor infestado com um lança- chamas ou aplicar um herbicida

de contato (paraquat) e, após a secagem das plantas, queimá-las. Em todos os casos, é aconselhável o tratamento de uma área maior do que a infestada para se evitar a permanência de plantas parasitadas na cultura (DELL'AGOSTINO, 1990). Quanto ao controle químico, podem-se usar diversos produtos. O glyphosate, em doses muito baixas (75 a 150 g ha⁻¹), permite um controle seletivo da cuscuta quando esta já está aderida ao hospedeiro (DAWSON, 1986). No caso de lotes já invadidos, com uma grande quantidade de sementes de cuscuta no solo, os herbicidas propyzamide (1 a 2 kg.ha⁻¹), trifluralin (granulada e em doses muito altas), cloroprofán, pendimetalín ou herbicidas inibidores do crescimento da parte aérea e raiz (dinitroanilina) têm sido usados com sucesso nos EUA, em aplicações de pré-emergência (DELL'AGOSTINO, 1990).

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: consulta aberta. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- DAWSON, J. H. Glyphosate controls attached dodder selectivity in alfalfa. **Proceedings of the Western Society of Weed Science**, p. 208-209, 1986.
- DELL' AGOSTINO, E. Control de malezas en el cultivo de alfalfa para semilla. In: JORNADAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA, 1., 1990, San Juan. [Resúmenes...] San Juan: INTA-EEA, 1990. p. 68-72. (INTA-Centro Regional Cuyo. Agro de Cuyo. Jornadas, 2).
- DELL' AGOSTINO, E.; MOSCHETTI, C. J.; MARTINEZ, E. M. Producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1987. 10 p. (Boletín de Divulgación, 8).
- ECHEVERRÍA, E. M.; MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M. Producción de semilla de alfalfa. In: HIJANO, E.; NAVARRO, A. (Ed.). **La Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 207-238. (Subprograma Alfalfa. Enciclopedia agro de cuyo. Manuales 11).
- MELLO, G. de; REIS, R. A.; DURIGAN, J. C.; FERREIRA, L. R. Seletividade de herbicidas, aplicados em pós-emergência, às plantas de alfafa. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 323-330, 2000. DOI: 10.1590/S0100-83582000000200014.
- MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M.; ECHEVERRÍA, E. M.; ÁVALOS, L. M. Producción de semilla de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 405-448.
- PETERS, E. J.; PETERS, R. A. Weeds and weeds control. In: HANSON, C. H. (Ed.). **Alfalfa science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1992. p. 555-571.
- RAINERO, H. P.; RODRÍGUES, N. E.; LÓPEZ, J. A.; RODRÍGUES, N. M. Manejo de las malezas em el cultivo de alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa em la Argentina**. San Juan: Editar, 1995. p. 109-122. (Enciclopédia agro de cuyo. Manuales).
- RAOOFI, M.; ALEBRAHIM, M. T. A comparison of weeds interference and non-interference at different planting densities, on yield, nutritional value and some morphological traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 33, n. 2, p. 220-231, 2017. DOI: 10.17582/journal.sja/2017/33.2.220.231.
- RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. de. Efeitos da interferência de plantas daninhas no rendimento da cultura de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 4, p. 502-509, 1995.
- SILVA, W.; VILELA, D.; COBUCCI, T.; HEINEMANN, A. B.; REIS, F. A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 729-735, 2004. DOI: 10.1590/S1413-70542004000400001.
- SILVA, W. da; VILELA, D.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. de P.; COBUCCI, T. Eficiência de herbicidas na cultura da alfafa em fase de estabelecimento. **Revista Ceres**, v. 50, n. 288, p. 171- 181, 2003.

CAPÍTULO 9. IDENTIFICAÇÃO E MANEJO DAS DOENÇAS

Jorge Omar Gieco, Daniel Horacio Basigalup e Miguel Dalmo de Menezes Porto

A produtividade e persistência da alfafa são afetadas por diversos fatores do tipo abiótico (salinidade, acidez, seca, alagamento, níveis tóxicos de alumínio, etc.) e do tipo biótico. Este último grupo, onde se inserem as doenças, ocupa um lugar muito importante nas limitações da cultura. Segundo Stuteville e Erwin (1990), as doenças são o resultado da interação entre os hospedeiros susceptíveis, os patógenos virulentos e as condições ambientais que predispõem à doença.

As doenças provocam perdas econômicas de dois tipos: a) perdas econômicas diretas: decréscimo da produtividade pela mortandade de plantas ou diminuição do vigor, ocorrendo também redução da qualidade da forragem pelas manchas foliares e/ou desfolha; e b) perdas econômicas indiretas: diminuição do valor nutricional da forragem pela perda e degradação dos compostos químicos de alto valor nutricional como as proteínas, açúcares, lipídios e vitaminas, presença de micotoxinas, diminuição na nodulação e, conseqüentemente, diminuição na fixação de N₂, maior susceptibilidade ao ataque de insetos, proliferação de plantas daninhas agressivas tais como *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, entre outras.

As doenças da alfafa são ocasionadas por um amplo espectro de fitopatógenos, incluindo fungos, bactérias, vírus, fitoplasmas e nematóides. Dentro deste conjunto de organismos, os fungos são responsáveis pela maioria das doenças de importância econômica. Uma abordagem completa de todas as doenças que afetam a cultura podemos encontrar em Graham et al (1979), Leath et al. (1988) e Stuteville e Erwin (1990).

Existem dois grandes grupos de doenças fúngicas, que se diferenciam pela região da planta que colonizam: a) doenças da raiz e da coroa, e b) doenças foliares (talos e folhas). É importante destacar que alguns patógenos que atacam predominantemente a raiz e a coroa, tais como *Colletotrichum trifolii*, *Rhizoctonia solani* e *Verticillium albo atrum*, também podem provocar lesões na folhagem.

Neste capítulo, além das principais doenças de origem fúngica, serão descritas outras patologias etiologicamente diferentes que podem provocar danos econômicos à cultura da alfafa.

9.1 Doenças fúngicas de raiz e da coroa

Os patógenos deste grupo, como destroem diretamente os tecidos da coroa e da raiz, reduzem a capacidade de absorção e de ancoragem da planta, a fixação simbiótica do N₂ e o armazenamento de reservas. No geral, estas doenças apresentam um desenvolvimento lento, mas aceleram em condições de estresse. Em alguns casos, os patógenos afetam principalmente o xilema

- que é a via para o transporte de água dentro da planta - e causam o murchamento, com sintomas evidentes na folhagem.

Para os patógenos em que há maior grau de informação, são detalhados neste capítulo também os ciclos biológicos e as possíveis medidas de controle.

Dentre as mais significativas doenças da raiz e da coroa podem ser incluídas:

9.1.1 Podridão úmida das raízes

Agente causal: Phytophthora megasperma Drechs f. sp. *medicaginis*, fungo de solo que sobrevive por longos períodos (forma oósporos) e é capaz de infectar a alfafa após vários anos de rotação com outras culturas. Embora a infecção possa ocorrer em qualquer época do ano, a manifestação dos sintomas da doença e os maiores danos se observam principalmente na primavera e outonos úmidos.

Condições que predispõem à doença: os solos com baixa fertilidade, com altos conteúdos de argila e/ou limo, com baixa drenagem e lenta percolação, nos períodos de chuva abundante, favorecem o movimento dos oósporos, órgãos de disseminação do patógeno. Noutros casos o alagamento produzido pela ineficiente sistematização das áreas irrigadas, também favorecem o surgimento do patógeno.

Sintomas: morte de plântulas durante o enraizamento (*damping-off*) por necrose da raiz e/ou da base do talo. Nas plantas adultas os sintomas característicos se localizam nas raízes, onde se observam lesões pardas de margens difusas e geralmente situadas na inserção das raízes laterais. Estas lesões provocam primeiramente a morte das radículas e, no final, a morte da raiz principal, na altura onde a drenagem do solo se encontra interrompida. Realizando-se cortes transversais na raiz, observa-se uma coloração que vai de amarelo à marrom claro, nos tecidos corticais e no xilema (Figura 1). A folhagem das plantas afetadas adquire uma coloração marrom avermelhada e exibem um evidente atraso na brotação logo após o corte ou pastejo e, nos estádios mais avançados da doença, a folhagem murcha e finalmente morre.

Manejo da doença: A forma mais econômica e eficiente de controle é através do uso de cultivares resistentes. Nos solos pesados ou com antecedentes graves de *Phytophthora*, o tratamento das sementes com fungicidas (metaxyl ou mefenoxan) podem conferir uma proteção adicional às plântulas, prevenindo o *damping-off* e favorecendo melhor estabelecimento da cultura. Nos solos com baixa fertilidade, a adubação com fósforo (P) e enxofre (S), durante a implantação da cultura, estimula o crescimento rápido e vigoroso da alfafa, contribuindo para o vigor do alfafal. A escolha de áreas que tenham uma boa drenagem e/ou a realização de tratamentos culturais que facilitem a infiltração ou a eliminação dos excessos hídricos (solos arados com subsolador, canais de drenagem, etc.), podem contribuir na atenuação - mas não na eliminação - do problema.

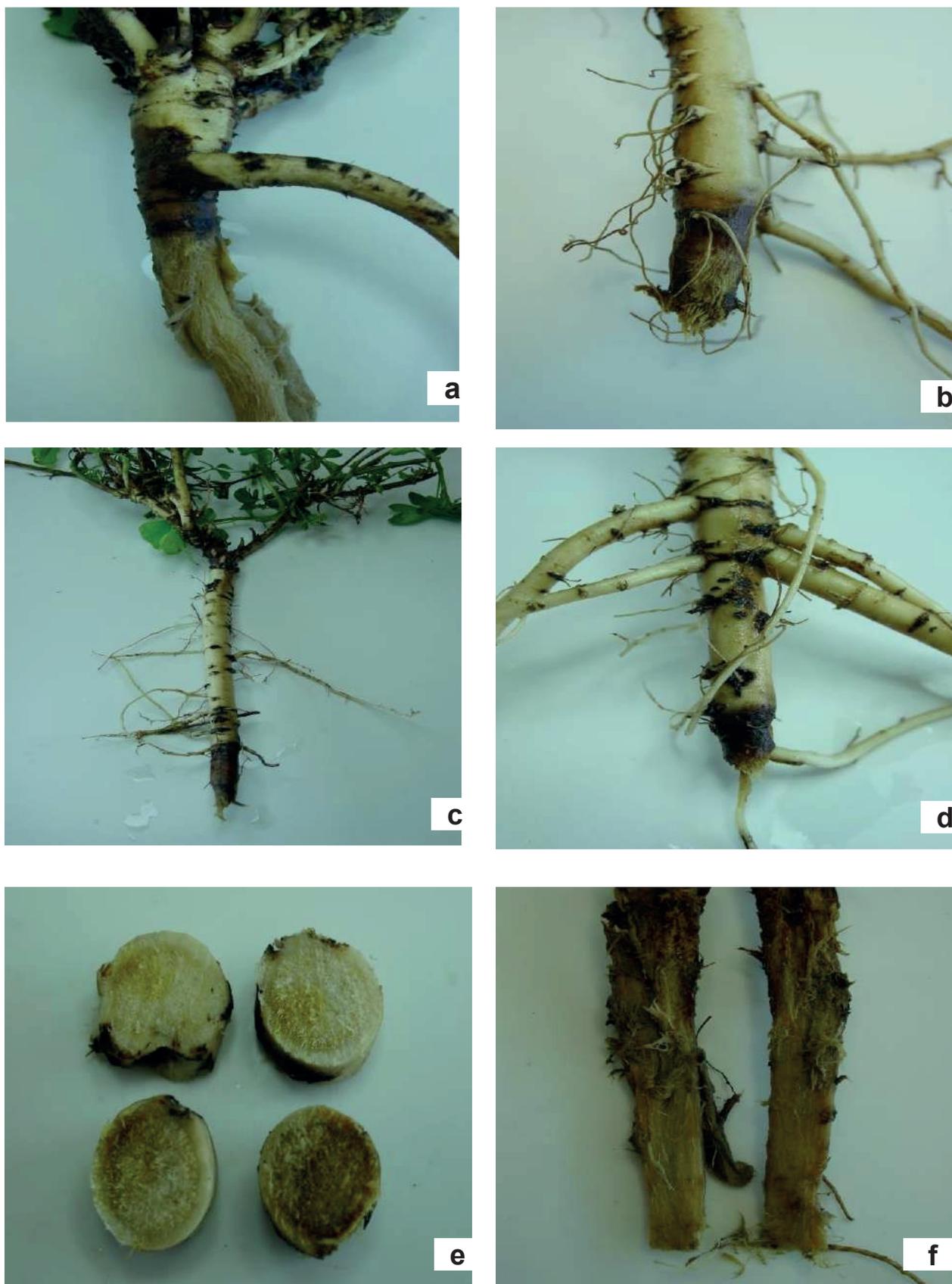


Figura 1. Sintomas da podridão úmida das raízes: a); b); c) e d) lesões características nas raízes; e) e f) cortes transversais e longitudinais de raízes do entes.

9.1.2 Murcha-fusariana ou podridão parda da raiz

Agente causal: *Fusarium oxysporum* Schl f. sp. *medicaginis* (Weimer) Syn & Hans. Este fungo sobrevive como clamidósporos no solo e como micélio nos restos de tecidos vegetais e pode permanecer nele por muitos anos sem perder sua capacidade de infecção.

Condições que predispõem à doença: diferente do indicado para *Phytophthora*, os solos soltos e com boa drenagem, com conteúdos hídricos moderados, constituem as condições ideais para o patógeno e, complementarmente, temperaturas elevadas durante o verão, favorecem o seu desenvolvimento e disseminação. Os ferimentos na raiz causados pelos insetos do solo ou pelos nematóides são uma via de entrada para o patógeno, incrementando a incidência da doença.

Sintomas: a folhagem das plantas severamente afetadas pela doença exibe uma cor verde amarelada até a cor parda. Também se observam talos curtos, rebrotes basais escassos e uma evidente diminuição na velocidade de rebrote após o corte ou pastejo. Se for praticado um corte transversal na raiz, observa-se uma coloração parda, na forma de anel, originada pela necrose dos tecidos vasculares e, com o avanço da doença, a necrose pode afetar todos os tecidos radiculares (Figura 2 A). No alfafal, a infecção se distribui de forma irregular, dispersando-se em focos ou manchas grandes.

Manejo da doença: o principal método de controle é a utilização de cultivares resistentes.

9.1.3 Corchoso

Agente causal: *Xylaria* spp. É um fungo onde o primeiro relato de ocorrência desta doença na Argentina ocorreu em 1985 e sua incidência nos alfafais implantados na época foi estimada entre 22% e 42% (HIJANO; HUERGO, 1985). Mesmo que a infecção se produza no primeiro ano de vida da planta, necrosando as raízes laterais, os sintomas se fazem geralmente visíveis a partir do segundo ou terceiro de cultivo. Na Argentina, a doença provoca danos importantes ao longo do país.

Condições que predispõem à doença: a idade da planta (mais de dois anos) é um dos fatores que determinam a sensibilidade maior ao patógeno. O dano mecânico causado pelos cortes a baixa altura ou feridas produzidas na coroa pelas pisadas dos animais no pastejo, favorecem a penetração de *Xylaria* spp.

Sintomas: embora não manifeste sintomas na folhagem, a ausência de rebrote ou o seu atraso, são indicativos da presença da doença. Os sintomas típicos se localizam na raiz e na coroa, onde é possível observar uma podridão seca (cancro) de aspecto de cortiça que é

característico (Figura 2 B1 e B2), com ausência de raízes laterais. Uma vez iniciada a doença, o cancro cresce devagar e vai adquirindo uma coloração parda clara à cinzenta, geralmente as áreas brancas correspondem ao micélio do patógeno. À medida que a doença progride, o cancro vai aumentando de tamanho e termina por desprender-se da raiz. Por último, as plantas afetadas morrem e são completamente invadidas pelo micélio do fungo, que adquire no final uma coloração verde oliva a preta.

Manejo da doença: não existem, na atualidade, cultivares de alfafa com níveis de resistência ao patógeno. Dada à ausência de fontes de resistência genética e de protocolos de seleção, a única ferramenta disponível para aumentar o número de plantas resistentes na população de alfafa, é a identificação das plantas livres de sintomas da doença nos alfafais com mais de três anos e seu posterior intercruzamento. Neste contexto, os programas de melhoramento que incluem a seleção local de plantas, oferecem uma vantagem considerável com relação às cultivares introduzidas, onde a doença não existe. A rotação com culturas não hospedeiras (gramíneas e/ou *Melilotus* spp.), por um período de três a quatro anos, pode atenuar a presença do patógeno.

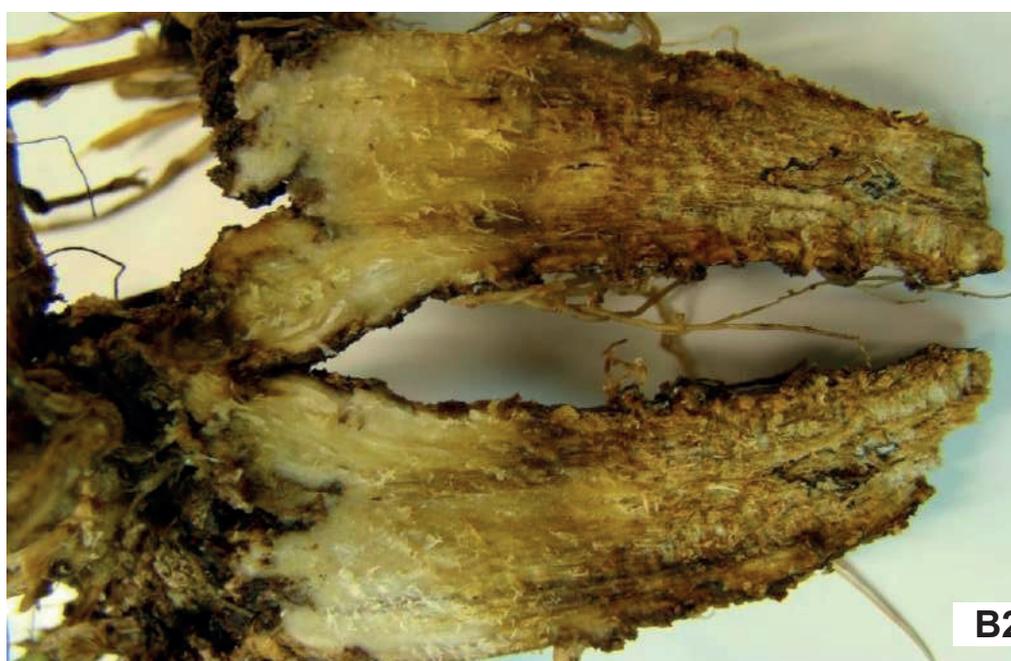


Figura 2. A – Murcha-fusariana: Corte transversal das raízes e coroas exibindo o xilema totalmente necrosado; B – Corchoso: 1) Coroa e parte superior da raiz mostrando uma lesão característica da corchoso. No centro, na cor branca, se aprecia o micélio do patógeno; 2) Podridão seca característica da doença afetando a porção meia da raiz.

9.1.4 Complexo de podridão da coroa e da raiz

Agente causal: é um complexo de fungos de várias espécies, entre os quais podemos enumerar: *Pythium* spp., *Phoma* spp., *Colletotrichum trifolii* Bain & Essary, *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *medicaginis*, *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. roseum* Link. Ex Fr. e *Rhizoctonia solani* Kühn. A este conjunto de fungos geralmente se agregam outros organismos - tanto patógenos (bactérias e nematóides) como saprofíticos - que interagem com o ambiente, sinergicamente, para produzir a podridão da coroa e da raiz. Numa avaliação realizada em alfafais de quatro anos situados em diferentes pontos da zona do Pampa argentino, Hijano et al. (1986) estimaram a incidência da doença que oscilou entre 12 e 30%.

Condições que predispõem à doença: tanto a presença de feridas na coroa ou na raiz por diversos motivos (gorgulhos, cortes freqüentes à baixa altura, pisadas de animais, etc.), como condições de estresse que possam afetar a planta (doenças foliares, deficiência nutricional, etc.), favorecem a propagação da doença.

Sintomas: a doença é de lenta evolução e se inicia com o aparecimento de áreas necrosadas na coroa (cor parda), a seguir se estende ao tecido cortical da raiz. Conforme avança a doença, a necrose se expande pela coroa e faz diminuir o número de brotações basais e o vigor da planta (Figura 3). Mesmo assim não se nota a presença de sintomas na folhagem, mas a ausência ou retardo das brotações basais são indicativos da presença da doença. Nas plantas afetadas, com mais de três anos, é comum observar cavidades na parte superior das raízes ou na coroa.

Manejo da doença: devido a dificuldade em definir protocolos de seleção efetivos que abranjam todo o complexo de patógenos, não se dispõe de cultivares resistentes. De qualquer forma, o uso de variedades com resistência genética a alguns dos agentes patogênicos indicados - como *Fusarium*, *Phoma* e *Colletotrichum trifolii* - podem contribuir para atenuar o desenvolvimento da doença. A adoção de práticas de cultivo que evitem danificar a coroa (por exemplo, não realizar corte muito baixo com facas não afiadas, realizar os cortes ou pastagem respeitando os ciclos de acúmulo de reservas, não realizar o pastejo em solos muito úmidos, etc.) diminui as vias de entrada do patógeno e, em conseqüência, reduz a difusão da doença.

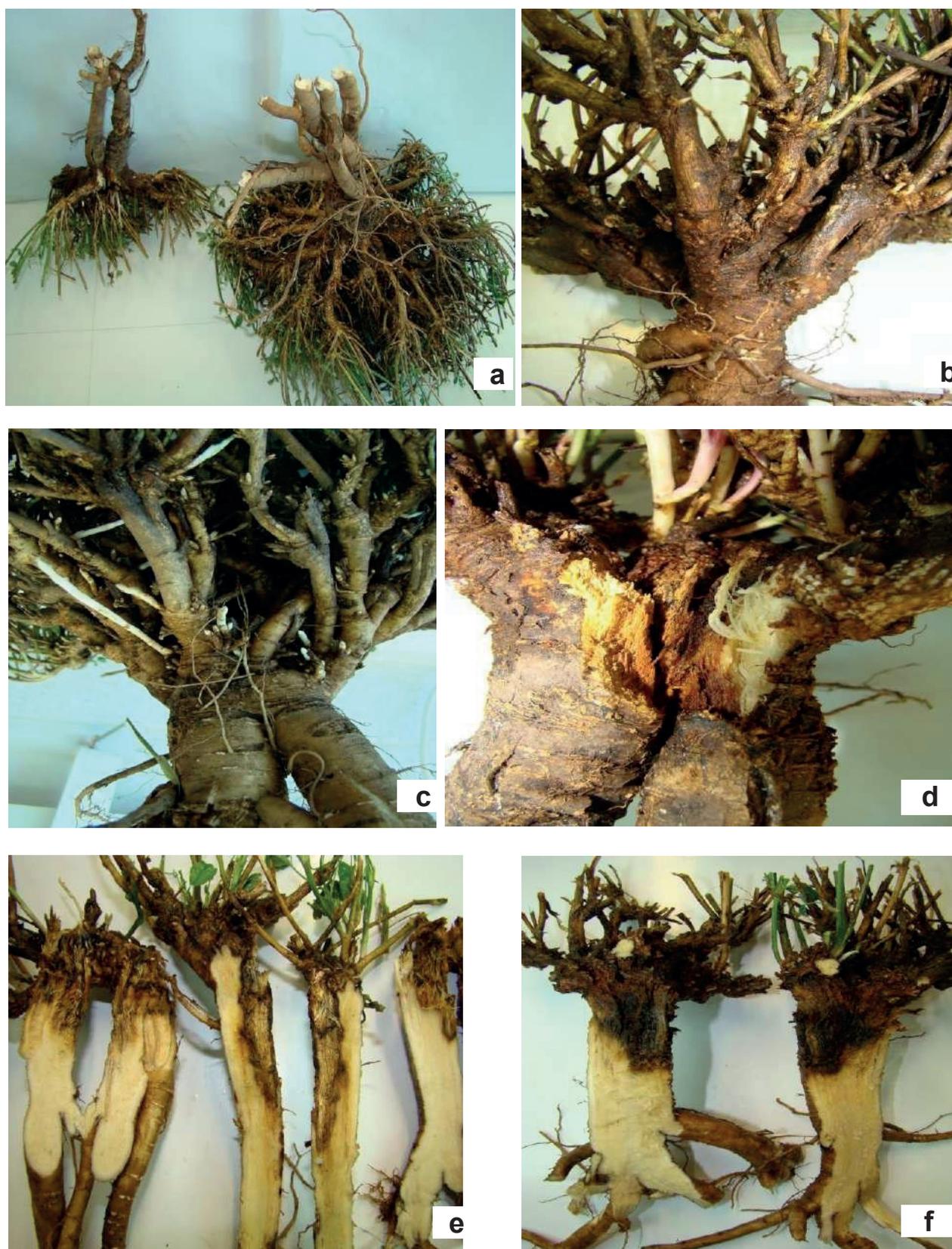


Figura 3. PCR: a) Contraste entre uma planta sadia (dir.) e uma afetada pelo complexo de podridão da raiz. (esq.). b) Coroa afetada por PCR mostrando uma evidente falta de brotes; c) Coroa sadia exibindo ativa brotação d) Vista externa da lesão; e) e f) Cortes longitudinais de coroas e raízes das plantas pertencentes a alfalfas de 2 e 5 anos, respectivamente.

9.1.5 Antracnose

Agente causal: *Colletotrichum trifolii* Bain & Essary, fungo que sobrevive de um ano ao outro no talo, nas coroas e nos restos vegetais mortos na forma de acérvulos. Embora nos Estados Unidos e na Austrália já tenham encontrado três raças do patógeno (chamadas 1, 2 e 4), na Argentina somente foi identificada uma raça (YANG et al., 2008).

Condições que predispõem à doença: a temperatura e umidade relativa elevada favorecem o ataque do patógeno, por isto, é freqüente observar as primeiras plantas afetadas após o primeiro corte na primavera. A maior incidência da doença é verificada no verão e outonos úmidos. Até que se utilize o alfafal o desenvolvimento da folhagem exerce sombra suficiente para aumentar as condições de umidade na região inferior da parte aérea da planta, facilitando a germinação dos esporos e posterior penetração do patógeno nas plantas. Sob estas condições, os danos podem ser muito severos a ponto de produzir uma necrose completa dos talos e na região da coroa.

Sintomas: no terço inferior dos talos se observam lesões elípticas, de cor parda e de bordas escuras, onde, freqüentemente, é possível observar pontos pretos, que são as frutificações do fungo (acérvulos) (Figura 4). Os talos afetados, ao manifestar os sinais de deficiência hídrica, adquirem uma curvatura que tem a forma de bengala ou bastão e, conforme avança a infecção, murcham completamente, mas conservando junto de si as folhas secas. Nos estádios avançados da doença, a coroa apresenta áreas necrosadas, adquirindo coloração preto-azulada. Em alguns casos, quando a infecção da coroa é muito severa, pode produzir a morte das plantas sem evidência de sintomas na parte aérea. Durante o período de implantação do alfafal, o patógeno também pode ocasionar a morte das plântulas (*damping-off*).

Manejo da doença: a utilização de cultivares resistentes, é a forma mais efetiva de controle. O manejo correto da pastagem, realizando os cortes e o pastejo no início da floração, pode diminuir a dispersão da doença, o mesmo ocorrendo se adianta os cortes e o pastejo quando as condições de umidade ambiental são elevadas. A eliminação dos resíduos vegetais nas áreas e a rotação com gramíneas por um período não menor a dois ou três anos, podem reduzir a quantidade do inóculo disponível em futuras infecções.

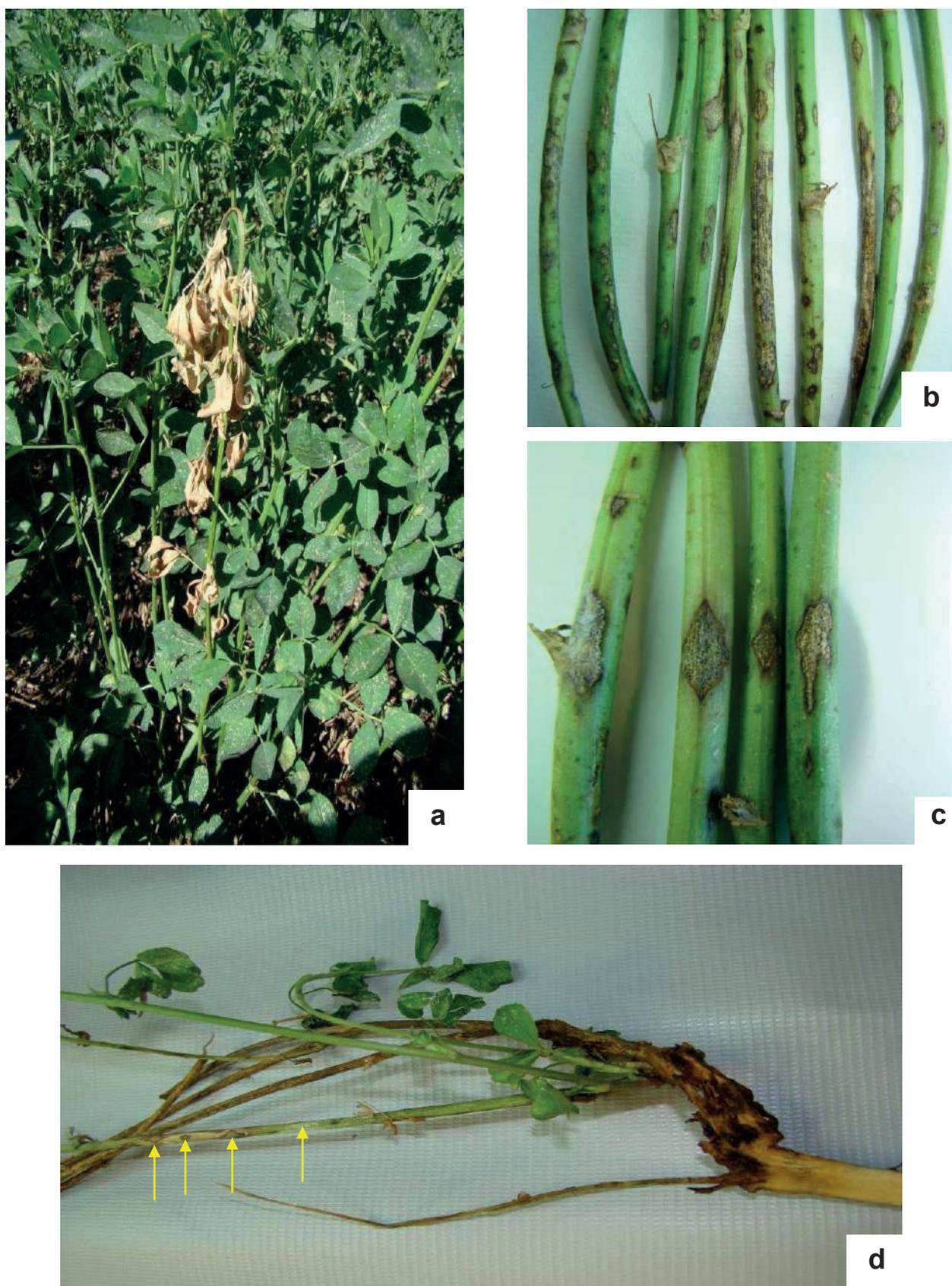


Figura 4. Antracnose: a) Caule morto por antracnose exibindo a curvatura típica de bengala; b) e c) Detalhes das lesões nos talos de alfafa exibindo os característicos acérvulos globulares; d) Corte longitudinal da coroa e da raiz de uma planta doente (as flechas indicam lesões rombóides típicas).

9.1.6 Rhizoctonia ou machão dos alfafais

Agente causal: *Rhizoctonia croccorum* (Pers ex Fr) (sin *R. violacea* Tul e C. Tul), este patógeno pode subsistir no solo por períodos superiores a vinte anos. Na atualidade, a doença não tem a importância que teve na Argentina nas primeiras décadas do século XX, mas, eventualmente, ainda é possível detectá-la.

Condições que predispõem à doença: ainda que as condições de umidade alta favoreçam a rápida disseminação do fungo, ele também é capaz de causar danos num amplo espectro de ambientes, chegando também a produzir danos significativos nas zonas semiáridas. O uso de espécies susceptíveis que antecedam a implantação da cultura - tais como os trevos (*Trifolium* spp.) e *Lotus corniculatus* - favorecem a rápida aparição e detecção do problema.

Sintomas: a doença se manifesta como a podridão comum, na qual o micélio do patógeno invade toda a região da raiz. As hifas do fungo formam uma massa compacta, de cor violácea, que envolve externamente a raiz (Figura 5 A1 e A2), a parte interna desta massa torna-se branca e se desagrega. Por cima dos tecidos necrosados é possível observar pequenos esclerócios de cor preta. A folhagem da planta infectada murcha, depois perde coloração, ficando no início amarelada, depois castanho e, por último, seca completamente, contrastando com a cor verde das plantas sadias circundantes. No campo, o avanço do patógeno é de forma irregular, observando-se círculos grandes e manchas de plantas mortas na área.

Manejo da doença: não existem variedades resistentes. Incluir gramíneas no plantio subsequente pode contribuir para diminuir a incidência da doença em solos problemáticos.

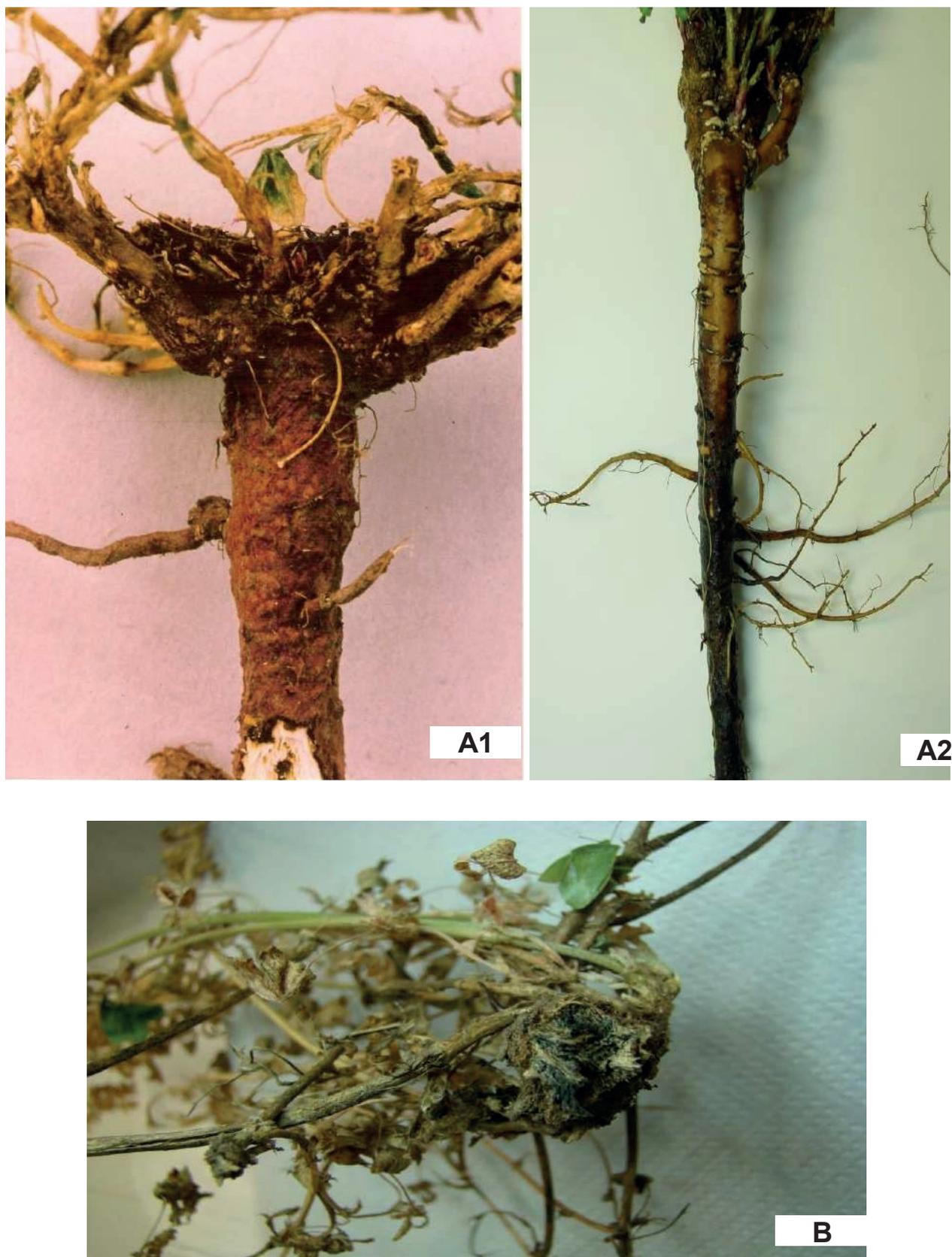


Figura 5. A – Rizoctonia: 1) Planta afetada por *Rhizoctonia croccorum*, exibindo a raiz principal completamente envolta pelas hifas do patógeno; 2) Parte média da raiz principal necrosada por *Rhizoctonia*; B – Queima por Sclerotinia: Podridão que assemelha o carvão da coroa e da raiz por Sclerotinia.

9.1.7 Queimada por *Sclerotinia*

Agente causal: Sclerotinia trifoliorum Ricks.

Sintomas: na fase inicial é possível observar uma descoloração que torna-se amarelada nos tecidos da raiz infectada e, posteriormente, degenera numa podridão parda escura de consistência branda (Figura 5 B).

Condições que predisõem à doença: os danos são mais severos no final do outono - quando a umidade do solo aumenta - e quando a infecção ocorre no estágio de plântula, provocando alto nível de mortalidade na população de plantas. À medida que plantas se desenvolvem, tornam-se menos susceptíveis, e observam-se danos apenas em indivíduos isolados (HIJANO, 1979). Sob condições de alta umidade é possível observar o micélio do fungo como uma massa semelhante ao algodão, crescendo na base dos talos e nas coroas da raiz infectada. No resto dos tecidos vegetais mortos é possível ver, a olho nu, uns grãos escuros e duros: são esclerócios ou estruturas de resistência do patógeno.

Manejo da doença: eliminar os resíduos remanescentes nas pastagens de alfafa realizando rotação com gramíneas, por um período não menor a dois ou três anos, reduzirá a quantidade de inóculo disponível.

9.1.8 Murcha por *Sclerotium* ou mofo branco

Agente causal: Sclerotium rolfii Sacc. É um patógeno polífago que ataca inúmeras espécies de plantas, mas com maior incidência nas regiões tropicais e subtropicais. Este patógeno pode sobreviver vários meses na forma de micélio nos restos vegetais e vários anos como esclerócios.

Sintomas: as plantas afetadas pelo patógeno manifestam sintomas de estresse hídrico, folhas e talos pendulares completamente secos e com uma coloração marrom clara (Figura 6 A). O patógeno provoca uma podridão úmida na coroa e na base dos talos, que finaliza com a necrose das partes afetadas. Em condições de umidade ambiental alta, o fungo desenvolve um micélio esbranquiçado e acima dele é possível observar esclerócios pardos com forma globular. A doença se distribui na área irregularmente, evoluindo na forma de manchas que vão crescendo em tamanho à medida que as condições ambientais sejam favoráveis para a sua

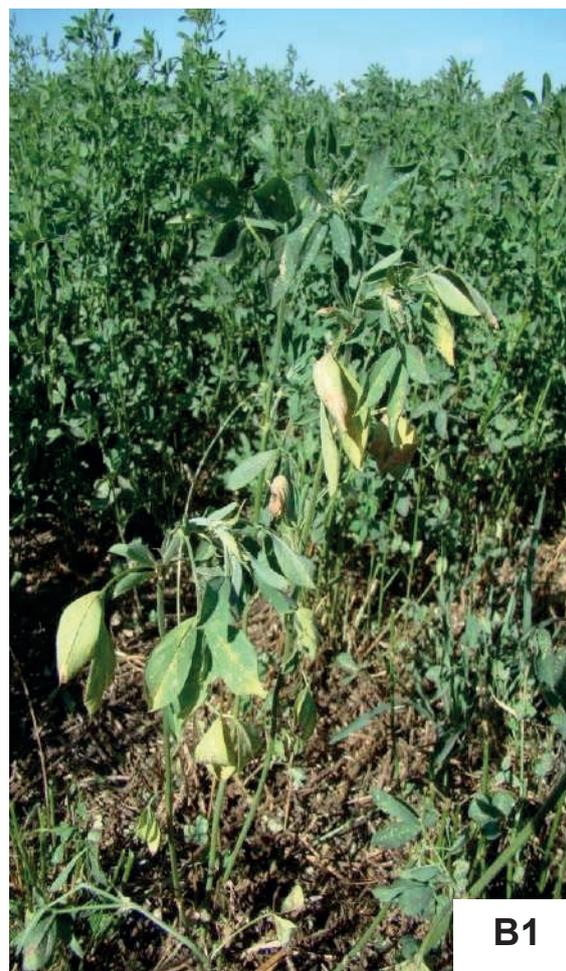
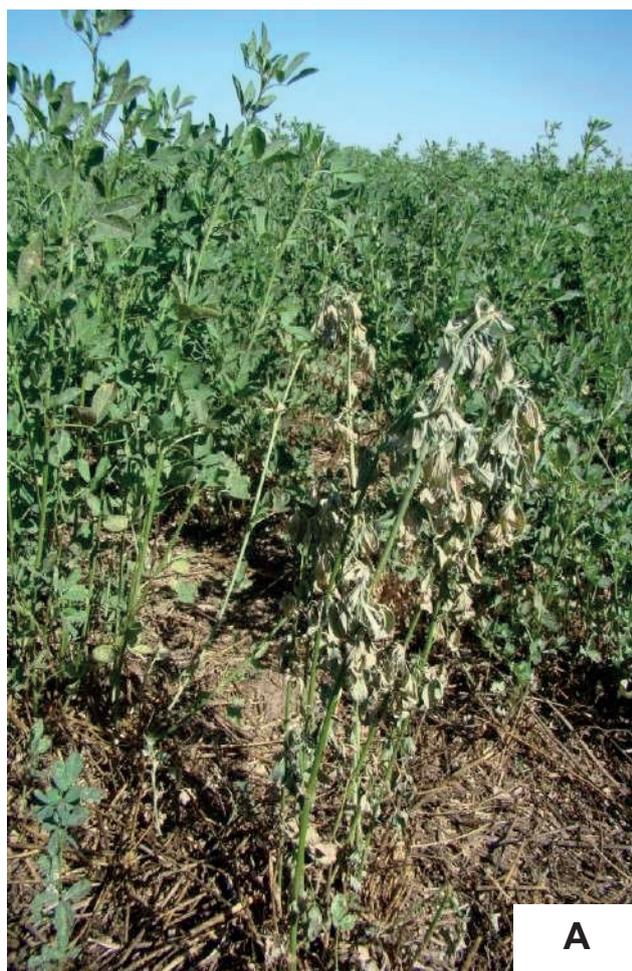


Figura 6. A – Murcha por *Sclerotium rolfsii*: 1) Planta afetada (direita) e planta sadia (esquerda). **B – Verticillio:** 1) Planta exibindo sintomas de murcha por *Verticillium*; 2) Foliolo de uma planta afetada com a mancha em “V” característica cercada por um halo avermelhado, acompanhado de folíolos totalmente secos e folhas com clorose incipiente.

proliferação. Num ensaio de detecção e frequência de pragas e doenças da alfafa, em Castelar (Argentina), Basigalup e Hijano (1986) apontam a murcha por *Sclerotium rolfsii* como a responsável por 1% da morte das plantas que puderam ser diagnosticadas.

Condições que predispõe a doença: longos períodos de clima quente e úmido, seguidos de estresse hídrico, provocam elevada mortandade nas lavouras de alfafa.

Manejo da doença: o uso de cultivares tolerantes, a eliminação de restos de vegetais remanescentes da pastagem, a rotatividade com gramíneas por períodos superiores a dois ou três anos, podem amenizar o problema. É recomendável evitar incluir na rotação de culturas leguminosas susceptíveis a esta doença, como por exemplo, o amendoim.

9.1.9 Murcha vascular ou Verticílio

Agente causal: *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth. Este fungo se dispersa através da semente e dos restos vegetais da alfafa. Possui um amplo espectro de leguminosas hospedeiras, incluindo um número importante de plantas daninhas.

Sintomas: as folhas das plantas infectadas adquirem coloração amarelada generalizada e, os extremos dos folíolos, cobertos por manchas típicas na forma de V, composta por uma área central necrosada de cor cinza cercada por uma margem clorótica. Mesmo completamente necrosadas, as folhas ficam aderidas aos talos, que permanecem verdes apesar de inibir seu crescimento (Figura 6 B1 e B2). Num corte transversal, a raiz exibe um anel de cor alaranjado à pardo claro que corresponde aos tecidos vasculares colonizados pelo patógeno. À medida que a infecção progride e o fungo invade a coroa e outros órgãos, a planta finalmente perece. Os danos são particularmente graves nos lotes irrigados.

Manejo da doença: o emprego de cultivares resistente constitui o método mais eficiente no controle da doença. Algumas das práticas efetivas para reduzir os danos que esta doença provoca são as rotações de cultura, especialmente utilizando as gramíneas, e um rigoroso controle de plantas daninhas hospedeiras.

9.1.10 Podridão parda da raiz e da coroa por *Phomopsis*

Agente causal: *Phomopsis* spp.

Sintomas: o patógeno produz lesões nas paredes do xilema e necrose parcial ou total da coroa (Figura 7 A1). Na parte aérea é possível observar talos com curvatura na forma de bengala. Na Argentina, este patógeno representa um perigo potencial por ter sido detectado nas pastagens do trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e nos cultivos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] e de girassol (*Helianthus annuus* L.) do Departamento Diamante da Província de Entre Rios (FORMENTO; VERZEGNASSI, 2001).

Manejo da doença: rotação com gramíneas.

9.1.11 Cancro radicular por *Rhizoctonia*

Agente causal: *Rhizoctonia solani* Kuhn., este patógeno tem sido esporadicamente diagnosticado nas zonas de plantio com irrigação e durante períodos de altas temperaturas (HIJANO; PÉREZ FERNÁNDEZ, 1995).

Sintomas: produz cancro nas raízes, na forma de lesões escuras e fundas com as bordas levantadas, e se situam no ponto de inserção das radículas. Estas lesões coalescem e terminam decompondo a raiz principal (Figura 7 B1 e B2).

Manejo da doença: rotação com gramíneas.



Figura 7. A – Podridão por *Phomopsis*: 1) Lesões no xilema de uma planta de alfafa afetada por *Phomopsis* spp. (Foto gentileza J. Velázquez y N. Formento, INTA Paraná); **B – Cancro radicular por *Rhizoctonia solani*:** 1) Cancro afetando a coroa e 2) Cancros vários em raízes jovens. (Fotos L. H. Rhodes & R. M. Sulc).

9.3 Doenças foliares de origem fúngica

Este tipo de doença não ocasiona a morte das plantas *per se*, mas ao reduzir sua capacidade fotossintética, provoca perdas do rendimento e/ou da qualidade forrageira. Mesmo que não provoquem alto nível de desfolha, podem diminuir significativamente o conteúdo de carboidratos não estruturais e de proteína na forragem. As desfolhações severas, principalmente no outono, podem ocasionar nas plantas um estresse geral e as predispõem para o ataque de outros agentes patogênicos, contribuindo para redução do “stand” durante o inverno.

De modo geral, as doenças foliares são especialmente prejudiciais nas primaveras e nos outonos frescos e úmidos, sendo muito freqüente encontrar vários destes patógenos infectando simultaneamente a mesma folha de alfafa. Como regra geral, as cultivares sem repouso invernal (GRI 8-10), que foram originalmente desenvolvidas para ambientes secos, são mais susceptíveis. Não obstante, nos últimos anos, os programas de melhoramento - em particular na Argentina - obtiveram cultivares sem repouso com melhor sanidade foliar.

Entre os patógenos mais importantes deste grupo, pela freqüência e severidade do dano ocasionado, podem ser mencionados:

9.3.1 Mancha comum das folhas (Viruela)

Agente causal: Pseudopeziza medicaginis (Lib.) Sacc. este patógeno, que é considerado um dos mais daninhos para a folha da alfafa, sobrevive nas folhas mortas e causa infecções secundárias quando as condições ambientais são favoráveis para a germinação de seus esporos (ascósporos). Sua incidência é maior nas áreas irrigadas, onde já foram registradas perdas superiores a 40% na produção de forragem (MORGAN; PARBERRY, 1977).

Condições que predispõem à doença: os períodos prolongados de tempo frio e úmido, especialmente durante a primavera e o outono, constituem condições ideais no desenvolvimento da mancha comum. Tanto o uso inadequado da irrigação, seja por aspersão ou por inundação, como o atraso dos cortes ou do pastejo, que, por efeito de sombreamento, aumenta a umidade da parte inferior da planta, favorecem a proliferação de *P. medicaginis*.

Sintomas: o sintoma característico da doença é aparição de manchas marrons ou pretas, pequenas (2-3 mm de diâmetro), com forma arredondada e de margens lisas ou dentadas, distribuídas uniformemente nos folíolos (Figura 8 A1). Por cima do conjunto de folíolos, as manchas mais velhas desenvolvem estruturas de cor castanha claro que correspondem às frutificações do fungo (apotécios). Os ascósporos produzidos por estas frutificações são

dispersos pelo vento ou pelas gotas de chuva e infectam novas plantas do cultivo, começando pelas folhas inferiores. Se as condições ambientais forem favoráveis, praticamente toda a folhagem termina sendo afetada e ocorre desfolha severa durante todo o pastejo.

Manejo da doença: embora existam no mercado algumas cultivares que apresentam uma moderada resistência ao patógeno, sua efetividade como medida de controle não é muito elevada. Como paliativo, recomenda-se não demorar nos cortes ou nos pastejos, procurando respeitar os ciclos fisiológicos de acúmulo de reservas da planta. No caso de tempo muito úmido poder ser necessário antecipar o uso do alfafal para evitar perdas de qualidade e/ou rendimento da forrageira por desfolha, reduzindo sensivelmente a quantidade de inóculo para posteriores infecções. A aplicação de fungicidas sistêmicos no início da implantação da cultura pode ser efetivo.

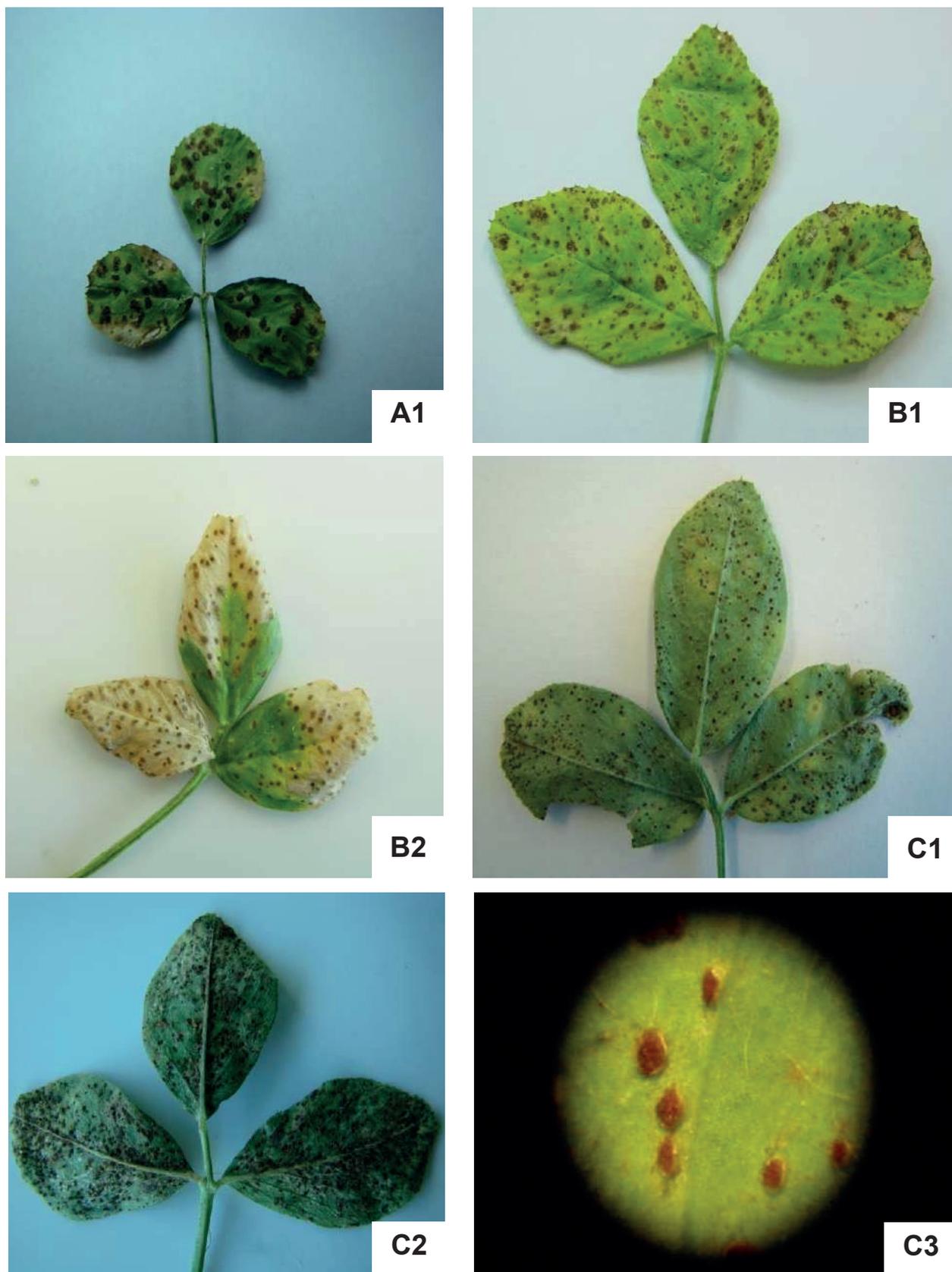


Figura 8. A – Mancha comum: 1) Folha com sintomas característicos; **B – Mancha ocular da folha:** 1) Lesões com forma de olho; 2) Folha exibindo um estágio avançado da doença; **C– Ferrugem:** 1) Pústulas na face inferior da folha; 2) Folha exibindo um ataque severo de ferrugem; 3) Pústula aumentada.

9.3.2 Mancha ocular da folha

Agente causal: *Leptosphaerulina briosiana* (Poll) Graham & Luttrell. Este patógeno difundiu-se em todas as áreas de cultivo da alfafa na Argentina pelo uso massivo de cultivares sem repouso invernal, particularmente susceptível a esta doença.

Condições que predispõem à doença: os períodos de tempo frio e úmido são as condições ideais para o desenvolvimento e dispersão da mancha ocular.

Sintomas: as lesões começam geralmente nas folhas jovens como pequenas machas de cor escura, logo aumentam de tamanho até alcançar um diâmetro de 1 a 3 mm rodeadas por uma margem castanha escura que, por sua vez, é circundada por um halo amarelado, conferindo um aspecto semelhante a um olho, o que as caracteriza (Figura 8 B1 e B2). Enquanto avança a doença, as lesões vão cobrindo todo o folíolo, até que finalmente se desprende. Têm sido observados ataques muito severos, com desfolha total.

Manejo da doença: aplicam-se as mesmas considerações apresentadas para mancha comum.

9.3.3 Ferrugem

Agente causal: *Uromyces striatus* Schroet. Patógeno com diversas raças já identificadas. Além da alfafa, infecta outras espécies de leguminosas pertencentes ao gênero *Medicago* e *Trifolium* e também plantas daninhas do gênero *Euphorbia*. Forma uredósporos que podem sobreviver vários meses em clima seco.

Condições que predispõem à doença: clima quente e úmido favorece a aparição e a proliferação do patógeno, especialmente no final do verão e durante o outono.

Sintomas: a ocorrência de pústulas arredondadas e pequenas em ambos os lados da folha (Figura 8 C1, C2 e C3), de cor marrom avermelhadas e que rompem a epiderme, é um elemento inconfundível de diagnóstico da doença. Os uredósporos se desprendem com facilidade destas pústulas e ao serem transportados pelo vento, podem infectar outros lotes de alfafa situada a vários quilômetros de distância. As folhas cobertas por estas pústulas encurvam-se e no final desprendem-se, ocasionando desfolhamento total em condições muito favoráveis para o patógeno. Em ataques severos é possível observar pústulas elípticas desenvolvendo-se nos talos.

Manejo da doença: aplicam-se as mesmas recomendações já descritas para as outras doenças foliares.

9.3.4 Caule preto da primavera

Agente causal: *Phoma medicaginis* Malbr & Roum var. *medicaginis* Boerema, patógeno que pode sobreviver vários meses na forma de picnídios nos restos vegetais, infectando posteriormente folhas e talos em condições ambientais que favoreçam sua germinação.

Condições que predispõem à doença: primaveras e outonos frios e úmidos favorecem a aparição e proliferação da doença. A umidade é necessária para a dispersão e germinação dos esporos.

Sintomas: a doença começa como manchas de cor marrom escura nas folhas, que ao aumentar o dano, coalescem entre si, afetando grande superfície de folíolos. Nos talos estas manchas escuras são no início individual, mas à medida que se concentram invadem amplos setores na base do talo, conferindo uma cor preta característica e que dá o nome à doença (Figura 9 A1 e A2). As folhas doentes adquirem uma coloração amarelada e, no final, se desprendem do talo. Em estação fria e úmida a desfolha pode ser total. Em condições muito favoráveis, o patógeno pode também colonizar as vagens e a coroa.

Manejo da doença: as medidas de controle são as mesmas indicadas para as doenças da folha anteriormente descritas. Além disto, pode somar-se a rotação com culturas não hospedeiras (gramíneas e *Melilotus* spp) por um período mínimo de dois a três anos.



A1



A2



A2



A2



A2

Figura 9. A: Caule preto da primavera: 1) Severidade crescente da doença nos talos; 2) Severidade crescente da doença nas folhas.

9.3.5 Caule preto do verão

Agente causal: *Cercospora medicaginis* Ellis & Everth., O fungo atravessa o inverno como micélio nos talos afetados mas, para frutificar, requer temperatura e umidade elevadas.

Condições que predispõem à doença: verões quentes e úmidos favorecem a aparição e proliferação do patógeno. Nessas condições, o atraso no corte ou na pastagem pode intensificar a doença.

Sintomas: o dano se evidencia primeiro nas folhas inferiores e depois nas superiores, como manchas marrons ou castanhas de forma arredondada ou elíptica e margens difusas. À medida que a doença evolui, essas manchas convergem e se cercam de um halo clorótico grande e irregular. Quando o fungo frutifica, observam-se lesões numa tonalidade cinza na região central (Figura 10 A1 e A2). Na base dos talos produzem manchas escuras que são muito semelhantes à doença anteriormente descrita.

Manejo da doença: aplicam-se as mesmas recomendações que para o caule preto da primavera.



A1



A2



B1



B2



B3



C

Figura 10 A: Caule preto do verão (*Cercospora medicaginis*): 1) e 2) Sintomas nas folhas. **B: Mancha da folha amarela** 1), 2) e 3) Severidade crescente da doença. **C: Míldio** 1) Eflorescência característica no lado abaxial de uma folha.

9.3.6 Mancha foliar amarela

Agente causal: Leptotrochila medicaginis (Fckl.) Schüepp. No final do verão e início do outono, o fungo forma por cima das folhas mortas seus órgãos de frutificação (apotécios), que, após a hibernação, liberarão os ascósporos na primavera seguinte, que se encarregarão de dar início à infecção. Nos Estados Unidos, estimaram perdas de folhagem de 40% (no início da floração) a 80% (na formação das vagens) (SEMENIUK, 1979).

Condições que predispõem à doença: primaveras e outonos frios e úmidos, ou períodos de abundantes chuvas seguido de dias nublados, favorecem o desenvolvimento e a dispersão do patógeno. O atraso do aproveitamento do alfafal (corte ou pastejo) também aumenta a incidência da doença.

Sintomas: os danos na planta começam nos folíolos como pequenas manchas de cor amarelada, que vão crescendo em tamanho até invadir uma boa parte da folha, seguindo, em geral, o percurso das nervuras e formando machas amarelas com forma de “V”, formando uma área pardo-clara na região central (Figura 10 B1, B2 e B3). Sob condições favoráveis, ocorre desfolha.

Manejo da doença: Não existem variedades resistentes ou tolerantes. Outras medidas de controle que podem ser aplicadas são as indicadas para as outras doenças foliares, como já foi explanado.

9.3.7 Míldio ou “mildew”

Agente causal: Peronospora trifoliorum De bary. Este fungo sobrevive no inverno nos tecidos vegetais vivos, mas somente frutifica em condições de obscuridade e elevada umidade, com o vento e a chuva sendo os principais agentes de disseminação. Por ser um parasita recalcitrante, não se desenvolve nos meios de cultivo in vitro.

Condições que predispõem à doença: primaveras e outonos frios e úmidos favorecem o surgimento e proliferação do patógeno.

Sintomas: *P. trifoliorum* pode produzir dois tipos de infecção: a local e a sistêmica. Quando a infecção é local, aparecem nos folíolos setores cloróticos e sem cor, que, posteriormente, torna-se de tonalidade cinzenta, no avesso dos mesmos, devido à concentração de estruturas reprodutivas (conidióforos) do fungo (Figura 10 C). Quando a infecção é sistêmica, o patógeno invade talos, gemas e folhas completas. Os talos infectados adquirem maior diâmetro e apresentam entrenós mais curtos, produzindo com frequência uma brotação

terminal ramificada, com as folhas sobrepostas na forma de roseta. As margens das folhas completamente infectadas curvam-se para baixo. Nos alfafais recentemente plantados e sob condições muito favoráveis, o míldio poderia provocar a morte das plântulas (*damping-off*).

Manejo da doença: existem algumas cultivares de origem americana tolerantes ao patógeno. O tratamento das sementes com fungicidas sistêmicos (como o metalaxyl) pode ser útil na implantação em áreas infectadas. Se a doença alcançou alto grau de infestação, o adiantamento do corte ou do pastejo contribui para evitar perdas importantes na qualidade e/ou no rendimento da forrageira, reduzindo, sensivelmente, a quantidade de inóculo em infecções posteriores.

9.3.8 Manchas da folha por *Stemphylium*

Agente causal: *Stemphylium botryosum* Wallr. Foram identificadas duas variantes do patógeno, que se distinguem por causar lesões diferentes na folha e diferenciam-se segundo a temperatura ambiental no momento da infecção. O biótipo de “temperatura alta” (AT) é predominante nas infecções que ocorrem no verão, já o biótipo de “temperatura baixa” (BT) manifesta-se na primavera e no final do outono.

Condições que predisõem à doença: As temperaturas elevadas no verão, somadas a uma elevada umidade relativa, favorecem a proliferação do biótipo AT. Já no caso do biótipo BT, as baixas ou moderadas temperaturas da primavera e a elevada umidade predis põe o desenvolvimento da infecção.

Sintomas: O biótipo AT produz lesões ovais de cor castanho com uma borda difusa castanho escuro, acompanhadas de um halo amarelo claro. As lesões aumentam na medida do progresso da doença acrescentando-se anéis concêntricos característicos, cobrindo, assim, uma boa parte do folíolo. Sob condições favoráveis à doença, os folíolos afetados tornam-se amarelados e logo desprendem do ramo. Neste biótipo é comum que se produzam lesões pretas coalescentes nos talos (Figura 11 A1, A2 e A3). O biótipo BT produz lesões pequenas (3-4 mm), de cor cinza claro com borda irregular e são circundadas por uma borda fina de cor marrom escuro brilhante. A esporulação do patógeno está confinada ao interior da lesão (Figura 11 B1, B2 e B3). Este biótipo, nos ataques severos da doença, produz uma redução na qualidade da forragem, mas é muito rara a desfolha. Na Região do Paraná (Entre Rios - Argentina), Formento e Verzegnassi (2001) detectaram a presença do patógeno em áreas de alfafa durante a primavera, acompanhado de infecções de mancha comum, míldio, mancha ocular e caule preto da primavera. Ambos os biótipos tem sido identificados em áreas de alfafa na EEA Manfredi-INTA (Córdoba - Argentina). O biótipo AT manifesta-se no verão e início do outono

e é o que produz danos importantes, já o biótipo BT se observa no outono e início de inverno ocasionando danos de menor importância.

Manejo da doença: Os danos provocados pela doença no alfafal se atenuam adiantando o corte ou pastejo. O uso de cultivares tolerantes é uma medida efetiva de controle, atualmente já existem cultivares tolerantes na Argentina.



Figura 11. *Stemphylium botryosum*: A: 1), 2) e 3) Lesões características do biótipo de temperatura alta e **B:** 1), 2) e 3) Biótipo de temperatura baixa.

9.4 Doenças provocadas por vírus e fitoplasmas

9.4.1 Vírus do mosaico da alfafa

Agente causal: vírus do mosaico o AMV (Alfalfa Mosaic Virus) apresenta as partículas virais de duas formas: semelhante a um bacilo (baciliformes) e semelhante a uma bengala (variforme). Na realidade, trata-se de um complexo viral constituído por diversas raças de AMV com diferenças no poder de infecção e em outras características. Este complexo pode infectar mais de 200 espécies de plantas, mas aparentemente a alfafa é o hospedeiro predileto para a maioria das raças que o constituem (GRAHAM et al., 1979). O patógeno é transmitido por diversos insetos vetores de doenças, mas também pode fazê-lo através das sementes e do pólen.

Sintomas: Amarelamento localizado dos folíolos (Figura 12 A1, A2).

Condições que predispõem à doença: embora se suspeite que o AMV possa ser transmitido por todas as espécies de afídeos que atacam a alfafa, o pulgão verde (*Acyrtosiphon pisum* Harris) é o seu vetor mais importante, como consequência, as condições que favorecem a proliferação do inseto também ajudam na difusão da doença. Durante os últimos anos observaram-se nas áreas de alfafa uma crescente presença de tripes (*Thrips* spp., *Frankliniella* spp. e *Caliothrips* spp.), que também poderiam ser vetores do AMV.

Manejo da doença: o controle dos insetos vetores é a única medida preventiva efetiva de controle da doença. Na atualidade não existem cultivares resistentes, mas existem plantas transgênicas resistentes disponíveis para esta virose.

9.4.2 Escova de bruxa

Agente causal: fitoplasma que, segundo a taxonomia internacional, pertence ao grupo 16S Rdna Ash yellows (*Candidatus Phytoplasma fraxini*). Os fitoplasmas (procariotas sem parede celular) são bactérias fitopatogênicas que alojam no floema e são transmitidas por insetos – principalmente cigarrinhas (Homóptera *Cicadellidae*) – que se alimentam nos vasos condutores da planta.

Condições que predispõem à doença: os climas áridos e semi-áridos aparentemente favorecem o desenvolvimento da doença, em particular os lotes destinados para a produção de sementes.

Sintomas: grande proliferação de talos curtos e finos, folhas de tamanho muito reduzido, nanismo generalizado, clorose e aborto de flores (Figura 12 B1, B2 e B3) e, em alguns casos, observam-se a substituição da inflorescência por estruturas vegetativas (STUTEVILLE; ERWIN, 1990). Nos períodos frios e com umidade adequada, as plantas afetadas podem manifestar alguns sinais de recuperação, mas os sintomas voltam quando aumenta a temperatura e/ou a deficiência hídrica. Evidentemente, as plantas doentes diminuem o rendimento da forragem e a produção de sementes. Com o passar dos anos, o número de plantas infectadas na área vai aumentando.

Manejo da doença: uma imediata remoção das plantas doentes e o controle dos insetos vetores parecem ser as únicas medidas efetivas para atenuar a dispersão da doença. Não há cultivares resistentes.

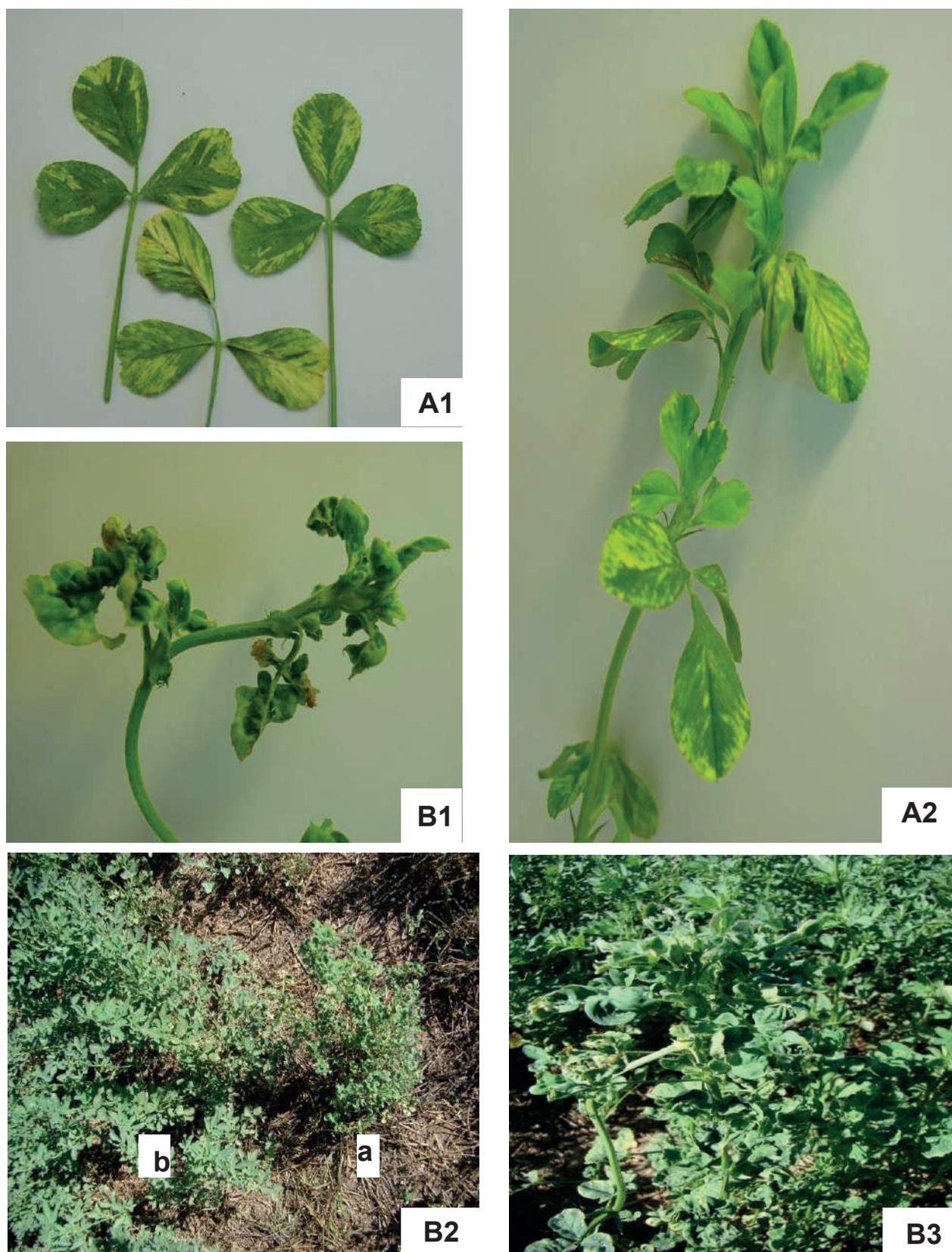


Figura 12. A: Vírus do mosaico da alfafa: 1) Folhas exibindo o variegado característico, 2) Talo com sintomas do vírus do mosaico; **B:** Escova de bruxa: 1) Broto severamente afetado pelo vírus, 2) Planta doente (a) e sadia (b), 3) Foliolos completamente deformes pela virose.

9.5 Doenças provocadas por nematóides

9.5.1 Nematóide do caule

Agente causal: Ditylenchus dipsaci (Kühn Filipjev). Este nematóide penetra na planta através dos brotos que se desenvolvem na coroa da raiz e, posteriormente, invade os talos em crescimento.

Sintomas: os tecidos afetados engrossam e descolorem, enquanto que os nós incham e os entrenós encurtam. Se a infecção progride, os talos em crescimento engrossam para finalmente obscurecer e morrer. Sob condições muito favoráveis, como o tempo quente e úmido, os nematóides também podem invadir as folhas, as quais tomam um aspecto encrespado como consequência da distorção dos tecidos internos. Durante as primeiras décadas do século XX, este patógeno foi considerado o problema fitossanitário mais importante da alfafa na Argentina, promovendo vários esforços na obtenção de cultivares resistentes. No entanto, a partir dos anos 50 seus danos foram esporádicos e de pequena importância.

Manejo da doença: no mercado atualmente existem vários cultivares resistentes, todos de origem americana.

9.5.2 Nematóide da raiz

Agente causal: Pratylenchus spp invade e destrói as raízes secundárias e causa lesões de cor escura na raiz principal (Figura 13 C). Estas lesões formam uma porta de entrada para outros microorganismos patogênicos que pioram a condição da planta afetada.

Sintomas: quando a infecção pelo nematóide é elevada, as raízes ficam de cor marrom ao longo do comprimento e seu crescimento se torna lento. Neste contexto, o único sinal da infecção na parte aérea da planta é um desenvolvimento dilatado da folhagem. Embora não haja referências contundentes do dano provocado pela doença, é comum encontrar *Pratylenchus spp.* nas amostras de solo que são analisadas.

Manejo de doença: rotação de culturas com cultivos de gramíneas.

9.6 Doenças provocadas por bactérias

9.6.1 Murcha bacteriana

Agente causal: Clavibacter michiganense subespécie *insidiosum* (McCull.) Davis, [sinônimos: *Corynebacterium insidiosum* (McCull.) Jones, *Corynebacterium michiganense* subespécie *insidiosum* (McCull.) Carlson & Vidaver]

Sintomas: as plantas infectadas distribuem isoladamente no alfafal, são fáceis de serem identificadas pela coloração verde amarelada e tem crescimento lento e baixa altura. Os folíolos, também reduzidos no tamanho, apresentam um aspecto enrugado e curvado para cima. As plantas infectadas são fáceis de identificar após o corte porque o rebrote é lento, formando talos curtos, finos, com folhagem verde amarelada e folíolos deformados. Os sintomas nas raízes se observam quando realizamos um corte transversal, com os vasos condutores tendo uma coloração que varia entre amarelada a marrom escura (Figura 13 A1 e A2).

Condições que predispõem à doença: as bactérias sobrevivem nos restos vegetais que se encontram no solo. Penetram e infectam as plantas de alfafa através dos ferimentos nas raízes, coroa ou talos, causados por insetos, nematóides ou ferramentas que se usam no corte. Ingressam no parênquima, multiplicando-se dentro das células e passam aos vasos condutores (xilema e floema), distribuindo-se de forma sistêmica na planta. Os sintomas observados e a morte das plantas se devem ao acúmulo de compostos fitotóxicos produzidos pela bactéria e a obstrução dos vasos condutores por substâncias mucilaginosas que são produtos do metabolismo destes microorganismos.

Manejo da doença: através de cultivares resistentes. Os danos produzidos se diluem antecipando o corte ou o pastejo ao observar os primeiros sintomas da doença, cortando primeiros os alfafais adultos e logo lavando e desinfetando as facas das segadoras de forragem, antes do corte dos alfafais novos e jovens (um a dois anos); e/ou evitando o corte quando o ambiente tiver alta umidade relativa.

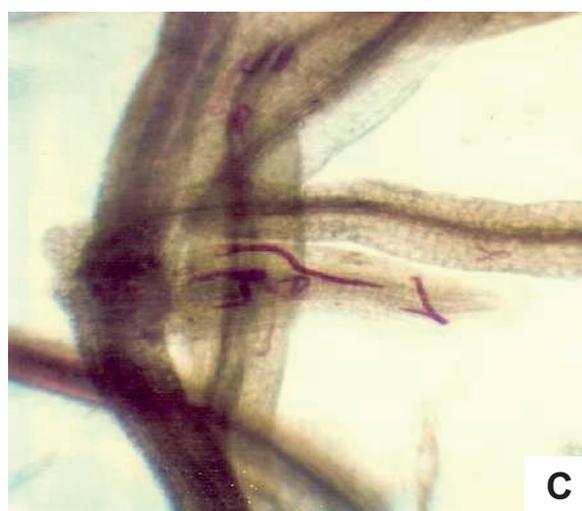
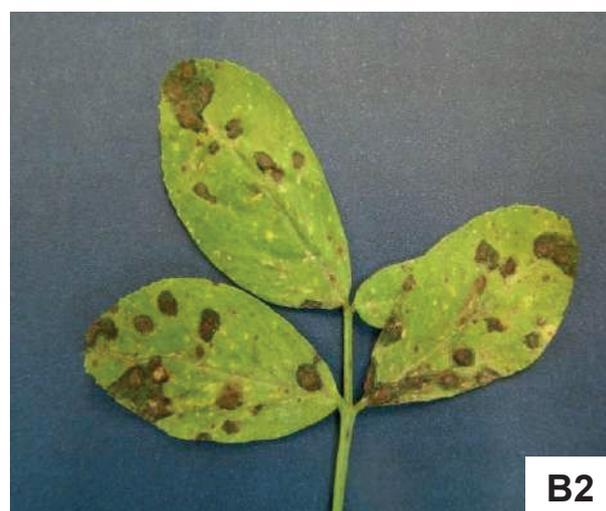
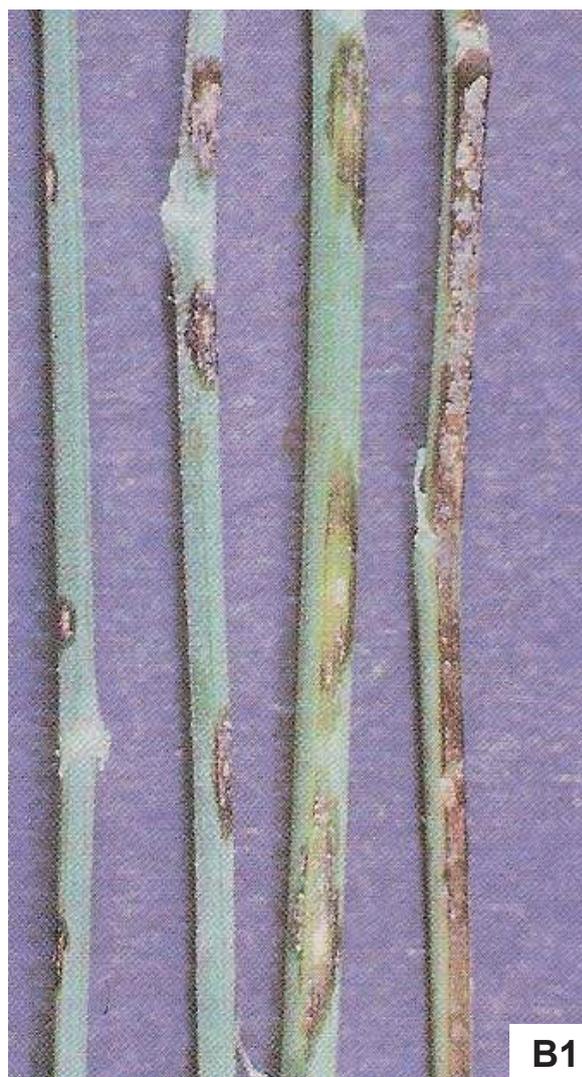


Figura 13. A: Murcha bacteriana: 1) Planta infectada clorótica (direita), planta sadia (esquerda). 2) Cortes transversais das raízes mostrando o sistema vascular da planta normal (a) e duas doentes (b e c). (Fotos: F. I. Frosheiser);
B: Pústula bacteriana 1) Pústulas com secreção superficial nos talos. (Foto: D. L. Stuteville), 2) Sintomas nas folhas.
C: 1) Nematóide da raiz.

9.6.2 Pústula bacteriana

Agente causal: Xanthomonas campestris pv. *alfalfae* (Riker, Dye) [sinônimo *Xanthomonas alfalfa* (Riker)].

Sintomas: quando a bactéria ataca no estágio de plântula produz redução no crescimento (nanismo) e, em casos de infecção severa e temperaturas altas, ocasiona a sua morte (*damping-off*). Nas folhas, se observam áreas cloróticas e difusas com uma fina secreção aquosa de forma arredondada, sendo estas secreções mais abundantes e proeminentes do lado abaxial da folha. Sob condições desfavoráveis para a proliferação das bactérias, nas cultivares tolerantes e/ou resistentes, as lesões permanecem pequenas, secam e necrosam. Quando as manchas foliares de origem bacteriana apresentam halo cloróticos, elas podem ser confundidas com lesões produzidas por patógenos fúngicos como a mancha comum da folha ou o caule preto do verão. Sob condições favoráveis à doença, as manchas se expandem e coalescem, formando lesões de tamanho considerável com bordas irregulares e de aspecto brilhante devido à secreção seca na superfície. Nestes casos é comum observar uma intensa desfolha do alfafal. Nos talos é possível observar lesões de tamanho pequeno de cor cinzenta com a presença de secreção na superfície. Estas lesões se alongam, coalescem e formam lesões longitudinais que podem envolver vários entrenós (Figura 13 B1 e B2) e, com o passar do tempo, adquirem uma cor marrom escura semelhante a produzida pelo caule preto do verão.

Condições que predisõem à doença: esta bactéria pode sobreviver no solo, em restos vegetais e em resíduos que acompanham a semente de alfafa armazenada. A bactéria é dispersa pelo vento e pela chuva e ingressa na planta através dos estômatos e feridas. Clima quente e chuvoso favorece o desenvolvimento da doença, no entanto, se apresenta também sob condições de clima quente, seco e ventilado, porque o vento carrega partículas de areia que ferem as folhas e talos, facilitando a penetração das bactérias.

Manejo da doença: não existe cultivares resistentes. É possível atenuar a doença antecipando o corte ou o pastejo ao observar os primeiros sintomas da mesma.

9.6.3 Queima bacteriana do caule

Agente causal: Pseudomonas syringae pv. *syringae* van Hall [sinônimo *Pseudomonas medicaginis* (Sackett)].

Sintomas: nanismo, com talos infectados mais curtos, finos e mais frágeis que o normal. As lesões nos talos apresentam um aspecto aquoso e uma coloração que varia de amarelada a verde oliva e que, com frequência, se desenvolvem inicialmente a partir da união

da folha ao talo, com as lesões escurecendo com o tempo até adquirir uma cor preta. As folhas afetadas tomam uma coloração amarelo clara, com uma secreção aquosa na superfície.

Condições que predispõem à doença: a ocorrência de baixas temperaturas na primavera, como o dano provocado pelas geadas tardias, favorecem o desenvolvimento da infecção. Esta bactéria sobrevive nos restos vegetais que se encontram no solo e penetra nos talos através das feridas e danos na epiderme produzidos pelas geadas.

Manejo da doença: não existem cultivares resistentes. Limpeza e desinfecção do equipamento de corte colaboram na diminuição da incidência da bactéria.

As doenças da alfafa podem causar importantes perdas de produtividade, tanto na quantidade como na qualidade da forragem. Em muitos casos, as doenças são um fator determinante da baixa persistência do cultivo. No entanto, é importante levar em consideração que a persistência de um alfafal é uma característica complexa, onde as doenças têm um papel importante, mas não é único fator que intervêm. Neste capítulo, foram descritas as principais doenças observadas nos cultivos de alfafa na Argentina e no Brasil, incluindo os agentes causais, a sintomatologia e as medidas de controle disponíveis. É salientado que o uso de fungicidas na alfafa é normalmente antieconômico, não sendo uma prática rotineira no controle das doenças. Neste contexto, o complemento entre as medidas de controle no manejo do cultivo junto com a escolha de cultivares resistentes à maioria dos agentes patogênicos possíveis constitui uma ferramenta fundamental para alcançar alfafais produtivos e persistentes.

Referências

- BASIGALUP, D. H.; HIJANO, E. H. Detección y frecuencia de plagas y enfermedades de la alfalfa en Castelar como base de la labor fitotécnica. **Acintacnia**, año 3, n. 19, p. 35-41, 1986.
- FORMENTO, N.; VERZEGNASSI, N. **La alfalfa y sus enfermedades en la provincia de Entre Ríos**. 2001. Disponível em: <http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/14-alfalfa_y_sus_enfermedades_entre_rios.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2018.
- GRAHAM, J. H.; STUTEVILLE, D. L.; FROSHEISER, F. I.; ERWIN, D. C. **A compendium of alfalfa diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1979. 65 p.
- HIJANO, E. H. **Algunas enfermedades que afectan a la alfalfa en la República Argentina**. Buenos Aires: Inta, 1979. 12 p. Programa Alfalfa INTA. Proyecto Alfalfa FAO-INTA Arg 75-006.
- HIJANO, E. H.; BASIGALUP, D. H.; BRUNO, O. A.; LEON, R. J.; RINALDI, G. del V.; SPADA, M. del C. Diagnósticos comparativos de problemas radiculares de alfalfa en tres localidades de la Argentina. **Revista Agropecuaria de Manfredi y Marcos Juárez**, v. 2, n. 2, p. 5-21, 1986.
- HIJANO, E. H.; HUERGO, M. del P. Corchosis: una nueva enfermedad de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la República Argentina. **Revista Agropecuaria de Manfredi y Marcos Juárez**, v. 1, n. 2, 5-12, 1985.
- HIJANO, E. H.; PÉREZ FERNÁNDEZ, J. Enfermedades de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. San Juan: INTA, 1995. p. 125-146. Subprograma Alfalfa).
- LEATH, K. T.; ERWIN, D. C.; GRIFFIN, G. D. Diseases and nematodes. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 621-670. (Agronomy monograph, 29).
- MORGAN, W. C.; PARBERRY, D. G. Effects of *Pseudopeziza* leaf spot disease on growth and yield in Lucerne. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 28, n. 6, p. 1029- 1040, 1977. DOI: 10.1071/AR9771029.
- SEMENIUK, G. Yellow leaf blotch. In: GRAHAM, J. H.; STUTEVILLE, D. L.; FROSHEISER, F. I.; ERWIN, D. C. (Ed.). **A compendium of alfalfa diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1979. p. 20.
- STUTEVILLE, D. L.; ERWIN, D. C. **Compendium of alfalfa diseases**. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1990. 84 p.
- YANG, S.; GAO, M.; XU, C.; GAO, J.; DESHPANDE, S.; LIN, S.; ROE, B. A.; ZHU, H. Alfalfa benefits from *Medicago truncatula*: the *RCT1* gene from *M. truncatula* confers broad-spectrum resistance to anthracnose in alfalfa. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 34, p. 12164-12169, Aug. 2008. DOI: 10.1073/pnas.0802518105.

CAPÍTULO 10. IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DAS PRAGAS

Alessandra de Carvalho Silva, Vanda Helena Paes Bueno e Fernando Daniel Fava

A alfafa atrai inúmeros artrópodes, os quais encontram condições favoráveis para o seu estabelecimento na cultura, utilizando-a diretamente para alimentação ou para oviposição, como é o caso dos insetos fitófagos que, em pequeno número, assumem o status de praga. Entretanto, essa cultura também é utilizada por predadores e parasitoides, que a utilizam como refúgio, uma vez que ali encontram recursos para a sua manutenção. Na Argentina, por exemplo, 80 a 90% dos danos são provocados por apenas quatro grupos de insetos (ARAGÓN; IMWINKELRIED, 2007). Nos Estados Unidos, mais de 1000 espécies de artrópodes são encontradas na alfafa e desses, menos de 20 causam danos econômicos (SUMMERS et al., 2007).

No Brasil, apesar de haver grande progresso nas pesquisas sobre alfafa, ainda muito pouco se sabe sobre os insetos presentes na cultura e quais efetivamente causam danos econômicos, podendo ser chamados de pragas. Sendo assim, nesse capítulo são mencionados alguns dos insetos mais importantes para a cultura da alfafa, incluindo dados relativos ao Brasil e de outros países onde a forrageira é cultivada.

11.1 Pragmas da Alfafa – Características Morfológicas e Danos

A importância de cada inseto como praga varia de acordo com a região ou país, bem como com a percepção dos agricultores. No Brasil, os dados mostram que os pulgões são a principal praga da alfafa (CARVALHO et al., 1996; CUNHA et al., 2016; MENDES et al., 2000), assim como na Espanha (PONS et al., 2013). Na Argentina, grande parte dos danos provocados por insetos na cultura da alfafa se devem a quatro grupos de pragas: lagartas desfolhadoras, lagartas cortantes, pulgões e gorgulhos (besouros); o restante é composto por percevejos, importantes para cultivos que se destinam à produção de sementes, e algumas pragas secundárias ou esporádicas, como tripes, gafanhotos, lagartas e ácaros (ARAGÓN; IMWINKELRIED, 2007). Entretanto, esse perfil tem mudado devido a expansão de culturas como a soja em algumas regiões da Argentina, fazendo com que pragas comuns às duas culturas mantenham-se por mais tempo nos campos de cultivo (CINGOLANI et al., 2014), mostrando as interrelações envolvidas na ocorrência de pragas.

A importância dos insetos para a alfafa varia conforme a região e a percepção dos agricultores locais sobre questões agronômicas, econômicas, biológicas e meteorológicas associadas à ocorrência de pragas e seu controle e esse pode ser um ponto de partida para adequar o manejo (JABBOUR; SHIRI, 2017).

11.1.1 Pragas de parte aérea

a) Pulgões (Hemiptera: Aphididae)

Os pulgões são insetos que vivem em colônias formadas por indivíduos jovens (ninfas), adultos ápteros e alados. Os adultos alados só são vistos em colônias com muitos indivíduos e têm a função de procurar novas plantas ou novos locais para disseminação da colônia. Em locais de clima tropical ou subtropical não existem machos, apenas fêmeas.

Na alfafa podem ser encontradas dez espécies de pulgões (BLACKMAN; EASTOP, 2000), mas na grande maioria dos países onde essa leguminosa é cultivada, entre eles o Brasil, destacam-se quatro espécies que causam danos à cultura e que podem ser diferenciados por suas características morfológicas. Algumas dessas espécies apresentam biótipos e eles geralmente têm maior resistência aos inseticidas, dificultando o seu manejo na cultura.

O pulgão-manchado-da-alfafa [*Therioaphis trifolii* (Monell) forma *maculata*] possui coloração verde e é facilmente diferenciado dos demais pulgões da alfafa, por conter fileiras de manchas escuras no dorso, de onde saem pequenos pêlos (Figura 1A). Ninfas e adultos sugam a seiva das folhas e das hastes e são numerosos na parte mais baixa da planta e no lobo inferior das folhas.

O pulgão-azul-da-alfafa ou pulgão-verde-azulado (*Acyrtosiphon kondoi* Shinji) possui coloração verde-azulada e os indivíduos alados têm uma mancha marrom no tórax. Apresentam os três primeiros segmentos antenais claros e os demais vão escurecendo de forma gradual até o último, que é negro e de menor tamanho (Figura 1B). A espécie *A. kondoi* alimenta-se próximo da parte terminal das plantas, aloja-se sobre o caule ou sobre as folhas e prefere os brotos apicais.

Já o pulgão-da-ervilha ou pulgão-verde-da-alfafa (*Acyrtosiphon pisum* Harris) tem coloração verde-brilhante e antenas com manchas escuras no final de cada segmento (Figura 1C). Suas pernas são longas e os sifúnculos (estrutura pontiaguda localizada no final do abdome), bastante afilados. Entretanto, já foram constatados cinco biótipos de *A. pisum* em diversas plantas (FRAZER, 1972), alguns deles de coloração diferente, como rosa e vermelha. As ninfas de *A. pisum* vivem frequentemente escondidas em folhas enroladas e, por isso, passam despercebidas.

A espécie de pulgão que mais se diferencia das demais é o pulgão-das-leguminosas (*Aphis craccivora* Koch), cujos adultos são preto-brilhantes, com pernas brancas e as ninfas são de coloração verde-escura. Esse pulgão forma colônias muito densas nas hastes das plantas (Figura 1D).

Os pulgões são especializados para alimentarem-se de compostos específicos do floema, podendo permanecer sugando a planta por horas. Semelhante a muitas outras espécies, os pulgões da alfafa podem superar as defesas das plantas e secretar saliva no floema, o que dificulta a translocação de seiva e prejudica o desenvolvimento da planta. O ataque desses insetos provoca, ainda, clareamento severo e generalizado nas folhas (Figura 2), deformação e enrugamento/enrolamento das folhas e dos brotos. O ataque severo do pulgão *A. pisum*, além dos sintomas citados, torna as folhas menores e provoca o encurtamento dos entrenós nas hastes, reduzindo sensivelmente a produção de forragem. A maior sensibilidade da alfafa ao ataque de pulgões ocorre no início da rebrota. Além disso, os pulgões secretam grande quantidade de *honeydew*, substância adocicada decorrente do excesso de seiva sugado por esses insetos, onde cresce um fungo preto denominado fumagina, prejudicando a fotossíntese e, conseqüentemente, a qualidade da forragem.

Outra consequência grave do ataque de pulgões à alfafa é o fato de todas as quatro espécies comuns na cultura transmitirem o vírus do mosaico-da-alfafa de forma não persistente, ou seja, a aquisição do vírus pelo inseto e posterior inoculação desses patógenos requer somente uma breve penetração do seu aparelho bucal na célula periférica da planta. O vírus do mosaico-da-alfafa é transportado por sementes e provoca perdas significativas na produção.

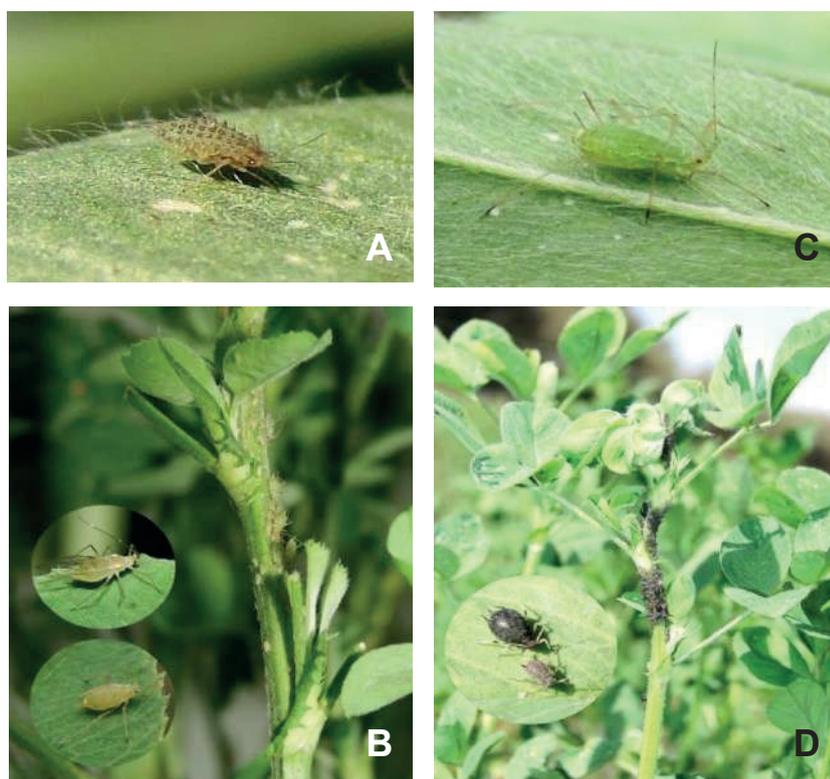


Figura 1. Espécies de pulgão mais comuns na alfafa cultivada no Brasil: *Therioaphis trifolii* f. *maculata* (A), *Acyrtosiphon kondoi* (B), *Acyrtosiphon pisum* (C) e *Aphis craccivora* (D).

Foto: Fernando Daniel Fava



Figura 2. Áreas de produção de alfafa na Argentina com sintomas de danos causados pelo pulgão *Aphis craccivora*.

Foto: Fernando Daniel Fava

O fato da alfafa ser uma cultura perene, tendo a aquisição de vírus como resultado da alimentação do pulgão, tem consequências significativas para a sua sanidade, uma vez que o vírus e o vetor permanecem em contato por longo período. Os níveis de incidência do vírus e as taxas de transmissão através das sementes de alfafa variam dependendo da cepa do vírus, das condições ambientais, da idade da planta, da preferência dos pulgões e da cultivar (RYALLS et al., 2013). Como os afídeos podem produzir muitos indivíduos alados e têm grande capacidade de vôo, seu papel na dispersão de vírus torna mais importante o manejo correto de pragas.

Os pulgões são as principais pragas de alfafa, representando 25% das perdas, em razão do seu alto potencial reprodutivo e dos danos causados à cultura (RYALLS et al., 2013).

b) Lagartas (Lepidoptera: Pieridae, Noctuidae, Tortricidae)

A ocorrência de lagartas na alfafa também pode ser bastante importante para a produtividade da cultura, porque estes insetos consomem folhas ou cortam plântulas, diminuindo a produção de massa vegetal, produto de maior interesse na planta por parte dos agricultores e pecuaristas. Várias são as espécies de lagartas presentes na cultura, embora a grande maioria ocorra principalmente em outros cultivos e somente esporadicamente na alfafa.

A borboleta-da-alfafa (*Colias lesbia pyrrhothea* Hübner - Pieridae) é a única entre as espécies que ocorrem na alfafa que tem a cultura como planta hospedeira principal. Os adultos possuem dimorfismo sexual visível e variações de cores que vão desde o branco até o alaranjado, passando por vários tons de amarelo; as lagartas têm 30-35 mm e são de coloração verde escuro com uma listra branca em cada lateral do corpo (Figura 3A). As lagartas alimentam-se de folhas, de flores e de hastes finas da alfafa (GALLO et al., 2002). Essas lagartas consomem as áreas entre as nervuras das folhas,

deixando-as com aspecto “esquelético”, pois as nervuras permanecem intactas. Na Argentina, esta espécie pode completar de sete a oito gerações por ano, mas os maiores danos são causados por duas a três dessas gerações (ARAGÓN; IMWINKELRIED, 2007).

A lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis* Hübner - Noctuidae) maiores que 1,5 cm (podem chegar a 4,5 ou 5,0 cm) e pode ser encontrada tanto na cor verde como preta e apresenta três linhas longitudinais brancas no dorso; as mariposas apresentam envergadura de asas de 30 a 38 mm e coloração bastante variável na parte dorsal (de cinza claro ao marrom-escuro) (MOSCARDI et al., 2012) (Figura 3B). Os danos iniciam com a lagarta ainda recém-eclodida, que raspa as folhas e causa a formação de manchas claras; à medida que crescem, as lagartas tornam-se mais vorazes e destroem as folhas totalmente, podendo danificar também hastes terminais (GALLO et al., 2002). No Brasil, essa espécie foi observada em cultivo de alfafa em Piracicaba, SP, porém, sem causar danos expressivos (OLIVEIRA et al., 1986).

A lagarta-do-cartucho-do-milho [*Spodoptera frugiperda* (Smith) - Noctuidae] atinge 50 mm de comprimento, possui coloração verde, parda ou preta, dependendo da idade, linhas no dorso e na lateral do corpo; adultos possuem asas anteriores pardo-escuras e posteriores branco-acinzentadas - Figura 3C (GALLO et al., 2002). Consome folhas novas e em ataques intensos à alfafa pode-se notar até 300 lagartas por metro quadrado (ARAGÓN; IMWINKELRIED, 2007). Entretanto, assim como o curuquerê-dos-capinzais [*Mocis latipes* (Gueneé) - Noctuidae] – Figura 3D –, essas lagartas são mais comuns em gramíneas, de onde elas podem migrar em grande quantidade para outras culturas, tais como a alfafa (GALLO et al., 2002). O curuquerê-dos-capinzais é reconhecido por se locomover como se estivesse medindo palmos, tal como *Rachiplusia nu* (Gueneé) – Figura 3E –, outra espécie que também pode atacar a alfafa.



Figura 3. Espécies de lagartas desfolhadoras mais comuns na alfafa cultivada no Brasil: borboleta-da-alfafa - *Colias lesbia pyrrhothea* (A), lagarta-da-soja - *Anticarsia gemmatalis* (B), lagarta-do-cartucho-do-milho - *Spodoptera frugiperda* (C), curuquerê-dos-capinzais - *Mocis latipes* (D) e lagarta falsa-medideira - *Rachiplusia nu* (E).
Foto: Fernando Daniel Fava

A lagarta-rosca [*Agrotis ipsilon* (Hufnagel) - Noctuidae] - Figura 4A – provoca cortes de plantas jovens de alfafa ao nível do solo. São lagartas que tem hábito noturno e, durante o dia, permanecem enroladas e abrigadas no solo (GALLO et al., 2002). No Brasil foi observado ataque dessas lagartas em Piracicaba, SP (OLIVEIRA et al., 1986). Na Argentina, outras espécies [*Agrotis malefida* (Guen.) e *Porosagrotis gypaetina* Guen] provocam esses danos e em conjunto com outros noctuídeos com comportamento alimentar semelhante, podem provocar infestações importantes durante primaveras secas, em alfafas com três ou mais anos de desenvolvimento. Esta situação também pode afetar seriamente a cultura e sua capacidade de recuperação (ARAGÓN; IMWINKELRIED, 2007).

Diferentemente das demais lagartas que ocorrem na alfafa, a broca-das-axilas [*Epinotia aporema* (Walls) - Tortricidae] – Figuras 4B e 4C – tem inicialmente o aspecto gelatinoso. As lagartinhas unem folhas ou flores das extremidades da planta com fio de seda, alimentando-se delas. O maior prejuízo advém do ataque às hastes, onde abrem galerias, provocando o secamento de ramos e de folhas na extremidade da planta (GALLO et al., 2002). No Brasil, foi relatada a ocorrência dessa lagarta e o dano em alfafa na região de Bandeirantes, PR (EVANGELISTA; BUENO, 1999).

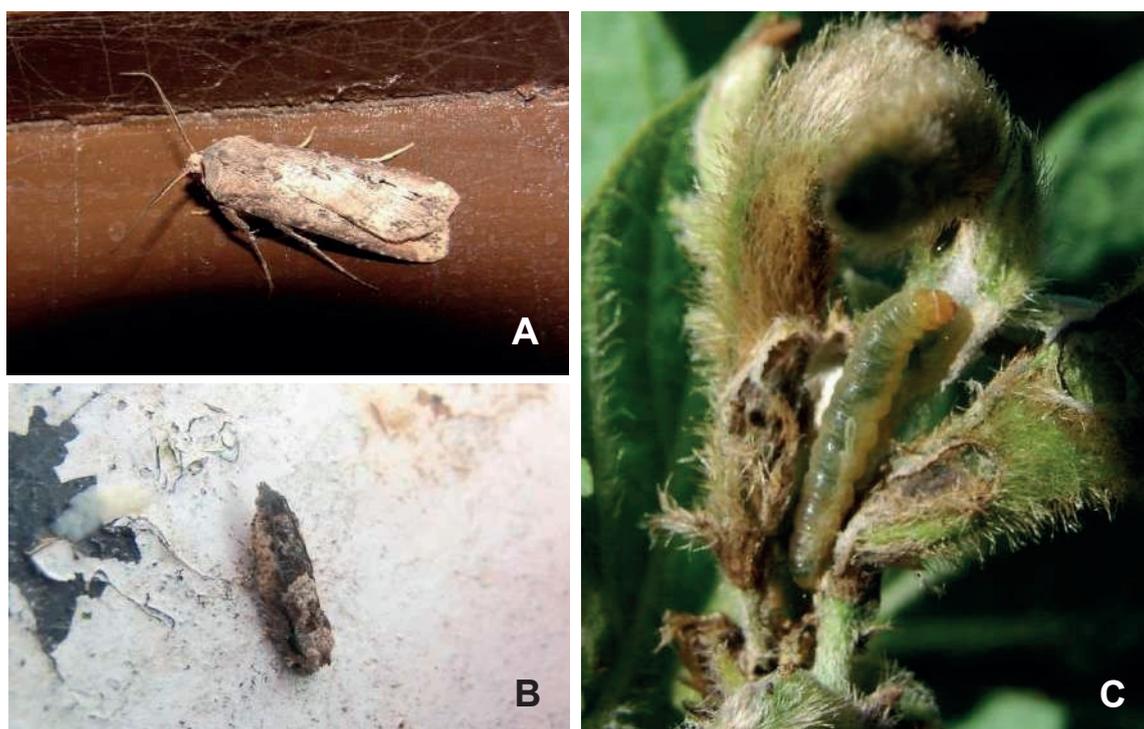


Figura 4. Mariposa da lagarta cortadeira *Agrotis ipsilon* (A); mariposa e lagarta broqueadora *Epinotia aporema* (B e C).
Foto: Fernando Daniel Fava

Em 2013 foi detectada no Brasil a ocorrência de uma nova praga, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), um inseto exótico, altamente polífago, que causa sérios danos em cultivos agrícolas e plantas silvestres. Ocorre em mais de 60 culturas das famílias Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae, entre elas a alfafa, possuindo assim grande persistência no ambiente agrícola. As lagartas de *H. armigera* alimentam-se de folhas e caules, contudo, têm preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens, causando danos tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva. No último instar, a larva chega a 30 ou 40 mm e sua coloração varia de verde a amarelo claro, marrom avermelhado ou preta; presença de finas listras brancas e de pelos ao longo do corpo; cápsula encefálica de coloração castanho clara – Figura 5 (CZEPAK et al., 2013). Também já foi encontrada no Paraguai e na Argentina (MURÚA et al., 2014).



Figura 5. Lagarta (A) e mariposa (B) da espécie *Helicoverpa armigera*.
Foto: Fernando Daniel Fava

c) Besouros (Coleoptera: Curculionidae, Chrysomelidae, Meloidae)

No Brasil, os besouros que atacam a alfafa são: o gorgulho-da-alfafa (*Naupactus leucoloma* Boheman - Curculionidae), também conhecido como *Pantomorus leucoloma* (Boheman) (Figura 6A), o brasileirinho [*Diabrotica speciosa* (Germar) – Chrysomelidae] – Figura 6B – e a vaquinha [*Epicauta atomaria* (Germar) – Meloidae] (Figura 6C). Na Argentina, os besouros chamados de gorgulhos (Coleoptera: Curculionidae) formam um complexo com cerca de 22 espécies pertencentes principalmente ao gênero *Naupactus* (ODORIZZI et al., 2011). Entretanto, além de *N. leucoloma*, somente outras quatro espécies são consideradas como as principais naquele país: *Atrichonotus taeniatus* (Berg), *Aramigus tessellatus* (Say), *Naupactus verecundus* Hustache e *Pantomorus auripes* Hustache (GOPAR; VES LOSADA, 2004).

Nos Estados Unidos, o gorgulho-da-alfafa *Hypera postica* (Gyllenhal) - Figura 6D - e o gorgulho-egípcio-da-alfalfa *Hypera brunneipennis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) são insetos pragas muito importantes, sendo esse último mais predominante na região sudoeste do país (PELLISSIER et al., 2017). No caso das espécies de *Naupactus* e do brasileirinho, apenas os

adultos causam danos à parte aérea da planta, alimentando-se de plântulas e de folhas, respectivamente. No caso do brasileirinho as folhas ficam com pequenos orifícios no limbo foliar, diminuindo a área fotossintética e, conseqüentemente, a produção.

Em se tratando dos gorgulhos do gênero *Hypera*, tanto adultos como larvas alimentam da parte aérea da alfafa. O estágio da larva é o mais prejudicial, uma vez que ao se alimentarem de folhas, brotos, talos tenros e flores elas causam esqueletização das folhas, enfezamento, redução do crescimento das plantas e, em última instância, reduções no rendimento. Normalmente, as larvas de terceiro e quarto instar causam a maior parte das lesões por alimentação, embora a lesão da coroa de rebrota possa se tornar significativa, particularmente onde larvas se abrigam após o corte. Além da perda de biomassa vegetal as larvas também reduzem a qualidade nutricional e a digestibilidade da alfafa, sendo que os danos devido a esse inseto podem aproximar-se de 100 por cento, especialmente sob condições de seca. Os adultos causam danos menos significativos (GOPAR; VES LOSADA, 2004; PELLISSIER et al., 2017).

A vaquinha *E. atomaria* destrói as folhas da planta, que ficam reduzidas às nervuras (GALLO et al., 2002). Sua presença em alfafais é atribuída à proximidade de cultivos de soja, de feijão ou de guandu. Na fase larval, ela pode promover a morte de plântulas, mas, em alfafais estabelecidos, os danos são menores.

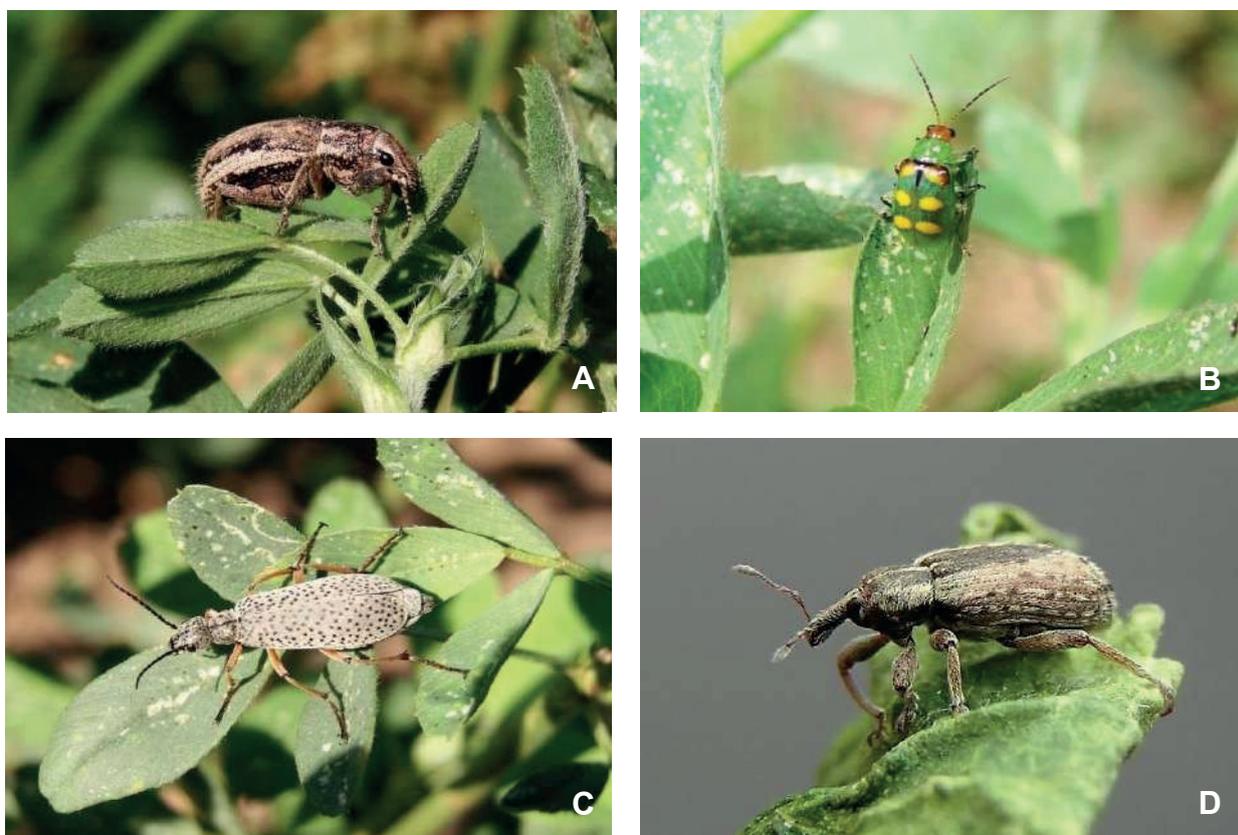


Figura 6. Besouros que causam danos à alfafa: gorgulho *Naupactus leucoloma* (A), brasileirinho *Diabrotica speciosa* (B), vaquinha *Epicauta atomaria* (C) e gorgulho *Hypera postica* (D).

Foto: Fernando Daniel Fava (Figuras A-C); Lisa I. BugGuide (2015) (Figura D).

d) Cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae, Membracidae)

– *Empoasca* sp. (Cicadellidae)

Tratam-se de insetos pequenos, sugadores, com 3 mm de comprimento e dotados de movimentos rápidos. Os adultos são de coloração verde e as ninfas, menores, são amarelo-esverdeadas (Figura 7). A postura é endofítica e normalmente realizada ao longo das nervuras das folhas. As formas jovens têm o hábito de se locomover lateralmente e são facilmente encontradas na superfície inferior das folhas (GALLO et al., 2002).

Tanto adultos como ninfas da cigarrinha-verde alimentam-se da planta, causando prejuízos econômicos. A sucção de seiva causa deformação nas folhas e prejudica o desenvolvimento das plantas, em razão da ação toxicogênica associada à saliva do inseto; os sinais são muito semelhantes aos de viroses ou deficiência de boro, ou seja, as plantas apresentam-se amareladas com crescimento reduzido e folhas com bordos enrolados (GALLO et al., 2002; HAMMOND et al., 2009). O dano característico ocasionado pela cigarrinha é expresso como um amarelecimento em forma de V nas pontas dos folíolos (CHASEN et al., 2014).



Figura 7. Cigarrinhas adultas sugando as folhas de alfafa e sinais da sua saliva tóxica nas folhas.

Foto: Fernando Daniel Fava (Figuras A e B);

Fonte: Quesnel (2012) (Figura C).

A alimentação da alfafa por cigarrinhas, com injeção de saliva, pode diminuir o rendimento da cultura através de reduções do comprimento internodal e altura do caule devido à ruptura na translocação de fotoassimilados para as raízes e tecidos da coroa, diminuindo, também, o teor de proteína bruta da planta. Quando a alfafa é infestada no início do ciclo de crescimento este fica cerca de 30% mais lento do que quando não infestada, resultando em diminuição da acumulação diária de matéria seca e nutrientes, comprometimento do desenvolvimento inicial e da rebrota depois o corte, o que leva à invasão de plantas espontâneas (CHASEN et al., 2014; HAMMOND et al., 2009).

Embora nos Estados Unidos a cigarrinha-verde *Empoasca fabae* (Harris) possa ser considerada uma praga de importância ocasional na alfafa, aparecendo na cultura quando o clima está quente e seco, em algumas regiões do país ela é considerada como uma praga chave da cultura (CHASEN et al., 2014). No Brasil, Viana et al. (2004) encontraram *Empoasca* sp., associada ao pulgão *A. pisum*, em toda a área experimental de alfafa, em Sete Lagoas, MG.

- *Ceresa* sp. (Membracidae)

Os Membracidae são insetos pequenos, sugadores de seiva das plantas e que caracterizam-se por apresentarem minúscula cabeça e desenvolvimento do pronoto que, algumas vezes, podem ser verdadeiros ornamentos. No gênero *Ceresa* os ornamentos podem ser desenvolvidos ou rudimentares, sendo comum a presença de apenas prolongamentos afilados nas laterais do pronoto. A coloração geral varia de amarelo-pálido a castanho-escuro, uniforme ou com máculas, e o comprimento fica entre 6,33 a 10,50 mm – Figura 8 - (ANDRADE, 2004).

Embora esse gênero esteja amplamente distribuído na América do Sul, na Argentina apenas três espécies de *Ceresa* foram reconhecidas como associadas à cultura da alfafa [*C. brunnicornis* (Germ.), *C. extensa* (Fairm.) e *C. nigripectus* Remes Lenicov] e todas elas ocorrem no Brasil (GROSSO et al., 2016).

Os danos à alfafa podem ser diretos (semelhantes à *Empoasca*) ou indiretos, podendo, no último caso, facilitar a entrada de microrganismos ou servir de veículo para dispersão de patógenos. A espécie *C. nigripectus* localiza-se no caule e através da sucção de seiva causa uma hipertrofia dos tecidos locais, formação de calo, murcha da parte aérea e morte. Essa espécie pode agir como veículo de transporte para o fitoplasma ArAWB (‘Argentinean alfalfa witches broom’), causador da doença conhecida como escova-de-bruxa e limitante para a produção dessa cultura. Entretanto, como a transmissão da doença se dá pelo inseto ainda não foi demonstrada (GROSSO et al., 2016).



Figura 8. Insetos adultos do gênero *Ceresa* sugando as plantas de alfafa.
Foto: Fernando Daniel Fava

e) Tripes

Os tripes (Thysanoptera) são insetos muito pequenos (0,5 mm a 13 mm), com corpo delgado e dois pares de longas e estreitas asas franjadas. Por isso, restringem-se a vôos que mais se parecem com saltos e sua dispersão normalmente é realizada através do vento.

Segundo Summers et al. (2007), as espécies de maior ocorrência nos Estados Unidos são *Caliothrips fasciatus* (Pergande), *Thrips tabaci* (Lindeman) e *Frankliniella occidentalis* (Pergande); as duas primeiras espécies apresentam maior agressividade e maior importância para a alfafa naquele país. Na Argentina são consideradas pragas secundárias ou ocasionais em plantios convencionais, mas em plantio direto são um problema; a espécie mais frequentemente encontrada é *Caliothrips phaseoli* (Hood), embora também sejam encontradas espécies dos gêneros *Thrips* e *Frankliniella* (ARÁGON; IMWINKELRIED, 2007) (Figura 9A). No Brasil o relato de ocorrência de tripes em alfafais só foi realizado por Afonso (2008), que considerou esses como insetos-praga da alfafa cultivada no Rio Grande do Sul, sem citar a(s) espécie(s).

Os tripes causam prejuízos diretos por se alimentarem das plantas ou indiretos por serem vetores de vírus para a alfafa. Durante a alimentação, esses insetos raspam os tecidos das folhas e sugam a seiva extravasada, causando deformação, manchas brancas e crescimento desigual dos tecidos em torno da lesão, os quais ficam com aparência enrugada (Figura 9B). Os danos mais importantes ocorrem durante a implantação do cultivo, devido à destruição da clorofila, provocando

atrasos no crescimento, perda de vigor e diminuição da densidade de plântulas devido à morte de parte delas. Na Argentina, foi verificado aumento nas infestações de tripes em lotes de alfafa nos últimos anos e a perda total de plantas está associada à presença de altas populações da praga durante o verão e início do outono em lotes de soja, que migram para a alfafa e outras culturas (ARÁGON; IMWINKELRIED, 2007; MASSONI et al., 2013).

Em um estudo de laboratório para a avaliação do dano de tripes em alfafa, observou-se que uma infestação inicial de 2 tripes/plântula é suficiente para danificar 35,5% da área foliar. Uma densidade de 4 tripes/plântula resulta na destruição de 55% da área foliar e redução no diâmetro da folha (ARÁGON; IMWINKELRIED, 2007).



Figura 9. Tripes *Caliothrips phaseoli*: adultos (A); ninfas (B); sintomas verificados nas folhas de alfafa atacadas pela praga (A-B).

Foto: Fernando Daniel Fava

11.1.2 Pragas de Raízes

Alguns dos besouros já citados como pragas da parte aérea da alfafa, também podem causar danos às raízes em outra fase do seu desenvolvimento. Esse é o caso das larvas do gorgulho-da-alfafa (*N. leucoloma* - Curculionidae) e do brasileirinho (*D. speciosa* - Chrysomelidae). Os maiores danos são os provocados pela formação de galerias nas raízes (Figura 10), pois além de diminuir a produtividade e a longevidade do cultivo, constituem-se em portas de entrada para fungos, tais como *Fusarium* spp. e *Phoma* spp., os quais contribuem para o aumento dos danos provocados por impedirem a translocação de nutrientes (ARÁGON; IMWINKELRIED, 2007). As consequências podem ser fatais em mudas ou plantas jovens, uma vez que as lesões na raiz principal podem causar a destruição de todo o sistema radicular. No caso das espécies de *Naupactus*, os danos aumentam de um ano para outro, devido à superposição de gerações, permitindo o encontro de larvas de vários

estádios de desenvolvimento, uma vez que podem permanecer no solo, aguardando condições favoráveis para sua ação (ODORIZZI et al., 2011).

As fases jovens de *D. speciosa* são conhecidas como larva-alfinete e atacam a região de crescimento das raízes, causando morte de plantas recém-emergidas; sua importância aumenta em áreas de plantio direto, com solos escuros, ricos em matéria orgânica e úmidos (GALLO et al., 2002).

Essas espécies de besouros cujas larvas se alimentam de raízes também podem causar outro dano indireto, que é a redução da fixação de nitrogênio em alfafais. Isso acontece porque ao consumirem as raízes eles danificam os nódulos radiculares que abrigam as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico na planta.



Figura 10. Presença de galerias e larvas de gorgulho *Naupactus leucoloma* nas raízes de plantas de alfafa.
Foto: Fernando Daniel Fava

11.1.3 Pragas das Sementes

O fato das sementes possuírem alta concentração de nutrientes em comparação com outras partes da planta faz com elas sejam os locais preferidos para alimentação de muitos insetos.

a) Vespa-das-sementes

A vespa-das-sementes, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy (Hymenoptera: Eurytomidae), também chamada de vespa calcídea ou calcídideo-da-semente ou, ainda, vespinha-da-alfafa, quando adulta mede 1,5-2 mm e é preta, com partes das pernas marrom ou amarelas (Figura 11A). As fêmeas colocam seus ovos nas vagens imaturas e, quando as larvas nascem, introduzem nas sementes, onde se alimentam e deixam a semente vazia. Quando a vespinha adulta emerge fica uma perfuração na

semente vazia (Figura 11B), também verificada nas vagens maduras (Figura 11C) (MOSCHETTI et al., 2007). Com isso, induzem a perdas de 2 a 80% em algumas áreas de alfafa nos Estados Unidos, além, evidentemente, de causar a infertilidade das mesmas (MANGLITZ; RATCLIFFE, 1988). A praga só danifica as sementes e por isso passa despercebida onde a alfafa é usada na produção de feno ou pastejo.

Este inseto está disponível em quase todas as áreas do mundo, onde as suas plantas hospedeiras crescem e produzem sementes. Na América do Sul, já foi detectada na Argentina, no Brasil, Chile e Peru (CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCES INTERNATIONAL, 2018).



Figura 11. Fêmea adulta (A) da vespa-das-sementes, *Bruchophagus roddi* e os danos causados nas sementes (B) e nas vagens (C) da alfafa.

Fonte: Afonin et al. (2008) (Figura A); Radoslav Andreev/Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria em Cabi (2018) (Figuras B e C).

b) Percevejos da semente

Os percevejos da família Pentatomidae, sugadores de sementes, são pragas importantes da soja, mas que podem colonizar outras leguminosas quando elas crescem em áreas próximas. Isso acontece na Argentina, onde esses insetos produzem uma primeira geração em alfafa, antes que a soja esteja disponível no campo. Assim, as plantas que são hospedeiras alternativas favorecem a persistência dos percevejos pragas em períodos críticos do ano, contribuindo para o aumento da população local (CINGOLANI et al., 2014).

A composição das espécies de percevejos na alfafa varia de acordo com a localidade, embora espécies dos gêneros *Euschistus* estejam presentes na maioria dos relatos. No estado da Georgia, Estados Unidos, seis espécies são comuns na cultura da alfafa: *Nezara viridula* (Linneu), *Euschistus servus* (Say), *Thyanta custator custator* (Fabricius), *Euschistus quadrator* Rolston, *Oebalus pugnax pugnax* (Fabricius) e *Chinavia hilaris* (Say), sendo o primeiro o mais importante (TILLMAN, 2013). Na Argentina, as espécies *Piezodorus guildinii* (Westwood), *N. viridula*, *Dichelops furcatus* (Fabricius) e *Edessa mediatubunda* (Fabricius) estão presentes em cultivos de alfafa.

No Brasil, não existem dados sobre a ocorrência de percevejos sugadores em alfafa. Entretanto, podemos considerar a chance dela ser atacada pelas espécies comuns na soja brasileira, como é o caso de *Euschistus heros* (Fabricius), *P. guildinii* e *N. viridula*, que se destacam pelos danos que podem causar. A soja também pode ser atacada por outras espécies de percevejos consideradas menos comuns, cujos aumentos populacionais são determinados por alterações climáticas ou pelos sistemas de produção, específicos de cada região, entre elas *D. furcatus*, *Dichelops melacanthus* (Dallas), *E. meditabunda*, *Chinavia* spp. e *Thyanta perditor* (Fabricius), além do alidídeo, *Neomegalotomus parvus* (Westwood). Desses, há relatos de ocorrência em alfafa das espécies *P. guildinii*, *D. furcatus* e *E. meditabunda* (PANIZZI et al., 2012).

Os percevejos da família pentatomidae têm como característica o corpo achatado e a presença de um grande escutelo (estrutura em forma de triângulo localizada entre as asas). O tamanho e as cores das espécies variam, assim como a forma das posturas: *E. heros* (Figura 12A) – 11 mm, marrom com presença de mancha branca em forma de meia lua no final do escutelo, dois espinhos laterais no pronoto e postura amarela em fileira dupla; *P. guildinii* (Figura 12B) – 10 mm, verde claro com mancha vermelha no final do pronoto, postura com ovos pretos colocados em fileira dupla; *N. viridula* – verde com antenas avermelhadas, 13-17 mm e postura amarela ou avermelhada com ovos agrupados de forma hexagonal (Figura 12C) (GALLO et al., 2002).

Esses percevejos se alimentam inserindo seu aparelho bucal sugador nas sementes, quando estas ainda estão dentro das vagens, causando aborto de frutos ou sementes e, em alguns casos, servindo como vetores de doenças (CINGOLANI et al., 2014). Quando as sementes não estão disponíveis, os percevejos que dela se alimentam são capazes de obter nutrientes de outros tecidos vegetais, como partes em crescimento ou flores, mas, em geral, essas partes não permitem o desenvolvimento completo de ninfas ou a produção de ovos; neste caso, os adultos voarão e se dispersarão para localizar plantas adequadas para esse fim. As ninfas, no entanto, terão sua sobrevivência gravemente ameaçada, apesar de sua capacidade de dispersar ao caminhar distâncias relativamente longas (PANIZZI, 2000).

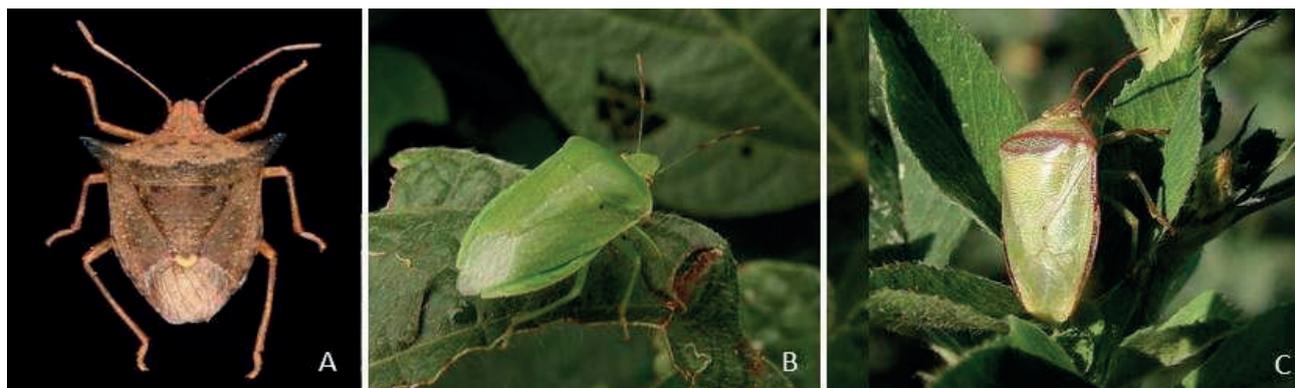


Figura 12. Percevejos adultos das espécies *Euschistus heros* (A), *Nezara viridula* (B) e *Piezodorus Guildinii* (C).

Fonte: Pereira (2016) (A).

Foto: Fernando Daniel Fava (B, C)

c) Outras pragas da semente

Embora não citados no Brasil, na Argentina, as espécies de trips *Frankliniella australis* (Morgan) e *T. tabaci* podem ser pragas ocasionais quando o interesse é a produção de sementes de alfafa. Nas inflorescências o dano se manifesta através da descoloração e murchamento das flores, do aborto floral e das alterações na formação de sementes (MOSCHETTI et al., 2007). Em geral, os trips são insetos que se alimentam de pólen e, por isso, têm associação com as flores; entretanto, por causa do seu tamanho diminuto, muitas vezes a sua presença nas flores não é notada.

Os gafanhotos (*Dichroplus* sp.) e os grilos (*Gryllus* sp.) geralmente se alimentam da folhagem da planta, mas também o fazem nas flores e nas sementes em formação, especialmente quando estão no estágio leitoso. O dano que causam pode ser detectado através da observação, no solo, de pequenas porções de vagens cortadas, das quais a praga remove a semente (MOSCHETTI et al., 2007).

Vale lembrar que algumas lagartas ou outras plantas da parte aérea podem consumir ou danificar as inflorescências, prejudicando a formação de vagens e sementes.

11.2 Controle de Pragas em Alfafa

Por ser uma cultura de pastoreio, o manejo de insetos fitófagos em alfafais pode ser complicado, pois, dependendo do tipo de controle utilizado, a entrada de animais na área é contraindicada por um período de tempo. Além disso, embora em outros países onde se cultiva a alfafa, o controle químico seja uma opção para o controle de pragas, no Brasil não há registro de produtos dessa natureza para uso na cultura. Apenas inseticidas biológicos estão registrados para uso na alfafa (Ministério da Agricultura, 2018). Os fatores naturais que controlam a abundância das pragas são numerosos e podem ser classificados como densidade-dependentes (inimigos naturais) e densidade-independente (fatores climáticos e resistência), que são, respectivamente, os que dependem e aqueles que não dependem da quantidade de insetos pragas na área (GOPAR; VES

LOSADA, 2004).

Dentro desse contexto, o uso de cultivares resistentes, quando estas estão disponíveis localmente, deve ser priorizado pelos pecuaristas/agricultores, uma vez que constituem-se em um mecanismo barato, duradouro e de grande eficiência para o manejo de insetos em qualquer cultura. Entretanto, de acordo com Jabbour e Shiri (2017), antes de recomendar uma prática qualquer aos produtores de alfafa deve-se levar em conta as práticas já adotadas por eles e a variação de desafios a serem vencidos, uma vez que constituem um grupo diversificado, formado pelos que produzem feno ou sementes e os que usam a leguminosa para pastoreio.

11.2.1 Influência dos cortes da planta na população de insetos fitófagos na alfafa

Muitos trabalhos citam o corte das plantas de alfafa como um fator importante para a redução das infestações de pulgões. Isso acontece porque o corte total das plantas reduz o alimento para as pragas e cria condições climáticas desfavoráveis aos insetos como um todo, devido a incidência direta da radiação solar no campo. Assim, o impacto do corte total é mais eficaz durante o verão, o que faz com que o nível populacional de pulgões, por exemplo, permaneça extremamente baixo nesse período.

Embora a cada corte a densidade populacional de pulgões seja reduzida, os níveis populacionais elevam-se gradativamente com o rebrote das plantas e assim que ocorre o aparecimento dos brotos os pulgões começam a recolonizar a cultura. De acordo com Harper et al. (1990), a recuperação dos níveis populacionais *A. pisum* é mais rápida quando são efetuados cortes totais na cultura do que quando se faz cortes parciais. Da mesma forma que os pulgões, os danos mais severos causados pela borboleta-da-alfafa estão relacionados com áreas onde o corte foi realizado recentemente, onde as plantas encontram-se com menos de 15 cm de altura (SUMMERS et al., 1981). O corte e colheita da alfafa também eliminará temporariamente as ninfas de cigarrinha-verde e causarão a dispersão dos adultos; entretanto, é comum que após uma a duas semanas a brotação atraia novamente os adultos dessa praga e, em seguida, as ninfas decorrentes da sua reprodução começarão a aparecer, aumentando progressivamente a cada geração em um período de aproximadamente três semanas. Além disso, com as brotações das plantas, haverá imigração de cigarrinhas de campos localizados no entorno ou de fontes distantes (HAMMOND et al., 2009). Ao contrário do que é observado para as demais pragas, o corte para feno é uma das melhores estratégias para atenuar os danos causados pelo gorgulho-da-alfafa (BEAUZAY et al., 2013).

O aumento das pragas após o corte da alfafa acontece porque o corte total das plantas também reduz drasticamente a população de inimigos naturais, favorecendo uma rápida recolonização da cultura pelos insetos fitófagos. Baseado nessa condição, recomenda-se como prática de manejo da alfafa deixar faixas de vegetação sem corte, pois elas servirão de refúgio para os agentes naturais de controle, impedindo o ressurgimento de altas populações de pragas.

11.2.2 Inimigos naturais de pragas da alfafa e o controle biológico

De forma geral, a alfafa proporciona um ambiente estável para os inimigos naturais (Figura 13) agirem de forma eficiente como controladores, mantendo as pragas em baixos níveis populacionais. Isso acontece porque a cultura tem grande cobertura foliar, fornece um habitat favorável e recursos alimentares consideráveis para um grande número de espécies de insetos. Por isso, é importante que se avalie o controle natural presente na área de cultivo antes de adotar qualquer medida de controle. Nesse sentido, é importante reconhecer os inimigos naturais das pragas comuns à cultura e o seu papel na manutenção do equilíbrio das populações locais, usando materiais de identificação que facilitam essa tarefa no campo (HARTERREITEN-SOUZA, 2011; SILVA, 2013).

Embora o papel dos inimigos naturais específicos, como é o caso dos parasitoides, seja reconhecido como primordial para a redução de pragas, ao longo das últimas décadas tem havido um crescente interesse por inimigos naturais que são generalistas, que consomem várias espécies e possuem a capacidade de manter as populações de insetos fitófagos em equilíbrio, abaixo do nível de dano econômico. Dentro desse contexto, as aranhas são consideradas como um dos principais grupos de fauna de artrópodes predadores em sistemas agrícolas, podendo alimentar-se de 40 a 50% da biomassa disponível de insetos e tendo, conseqüentemente, um papel importante no controle biológico.

As pragas não possuem apenas um ou poucos inimigos naturais que podem fazer o seu controle, mas sim um complexo que age conjuntamente, um complementando a ação do outro (Tabela 1). Outras vezes, a presença de um inseto herbívoro pode atrair os inimigos naturais, servindo temporariamente de alimento até que a sua presa principal esteja disponível, o que é primordial para manter os agentes naturais de controle na área de produção. Outro fato observado é o da contribuição dos pulgões para a entomofauna benéfica, onde a abundância de pulgões tem sido positivamente associada ao aumento do período de vida dos parasitoides e ao aumento das taxas de parasitismo de herbívoros na alfafa porque ao se alimentam dessa forrageira produzem o *honeydew*, substância adocicada liberada após sua alimentação, que pode servir como fonte de alimento para os parasitoides adultos.

As características da paisagem também podem influenciar essa relação, melhorando as estratégias de conservação biológica. As relações entre pragas e inimigos naturais podem ser influenciadas pelo ambiente circundante e há várias indicações de que as plantas presentes nas bordas dos cultivos melhoram o controle biológico na área de produção, através da emissão de odores que atraem os inimigos naturais ou pela oferta de presas e hospedeiros. Assim, a ação conjunta da diversidade de plantas não-hospedeiras de pragas da alfafa e a ação dos inimigos naturais limita o crescimento das populações de pragas e protegem a cultura da herbivoria.

Por outro lado, os insetos também são acometidos por doenças causadas por patógenos que são específicos dos artrópodes e causam-lhes a morte. Em consequência disso, alguns fungos, vírus, bactérias e outros microorganismos que são encontrados naturalmente no campo são aliados importantes dos pecuaristas, uma vez que contribuem significativamente para o controle de insetos praga. Parte desses patógenos tem ação sobre diferentes pragas (ex: fungos), outros são medianamente específicos tendo variedades com ação restrita para grupos de insetos (ex: bactérias do gênero *Bacillus*) e alguns causam a morte de apenas uma espécie ou gênero de inseto (ex: vírus). Parte deles são encontrados em formulações comerciais e são autorizados pelo Ministério da Agricultura para uso em alfafa, como é o caso dos inseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* (bactérias) ou *Baculovirus* (vírus da poliedrose nuclear – VPN) (Ministério da Agricultura, 2018), o que facilita o acesso e uso em momentos específicos de ocorrência das pragas no campo. Por necessitarem de condições específicas para sua atuação, presentes nos insetos e ausentes em humanos e animais, são altamente seguros para uso em agricultura e pecuária.

Tabela 1. Inimigos naturais das principais pragas da alfafa.

Pragas	Inimigos naturais
Pulgões	<p><u>Predadores:</u> Joaninhas (Coccinellidae); larvas de moscas sirfídeas (Syrphidae), de crisopídeos (Chrysopidae) e de hemeróbídeos (Hemerobiidae); percevejos <i>Orius</i> (Anthocoridae) e <i>Geocoris</i> (Geocoridae).</p> <p><u>Parasitoides:</u> microvespas do gênero <i>Aphidius</i> (Aphidiidae).</p> <p><u>Microrganismos:</u> Fungos dos gêneros <i>Entomophthora</i>, <i>Pandora</i>, <i>Zoophthora</i> e <i>Neozygites</i>.</p>
Lagartas e ovos de mariposas	<p><u>Predadores:</u> de ovos - percevejos <i>Orius</i> e <i>Geocoris</i>, tesourinhas; de lagartas - percevejos <i>Nabis</i> (Nabidae) e <i>Podisus</i> (Pentatomidae).</p> <p><u>Parasitoides:</u> ovos – microvespas <i>Prospaltella</i> sp. (Aphidiidae) e <i>Trichogramma</i> sp. (Trichogrammatidae); lagartas – microvespas.</p> <p><u>Microrganismos:</u> fungo <i>Nomuraea rileyi</i>; vírus do gênero <i>Baculovirus</i>; bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).</p>
Besouros gorgulhos	<p><u>Predadores:</u> larvas de joaninhas (Coccinellidae), de percevejos <i>Nabis</i> (Nabidae) e de crisopídeos (Chrysopidae); aranhas.</p> <p><u>Parasitoides:</u> de larva – espécies do gênero <i>Bathyplectes</i> (Ichneumonidae); de adulto - <i>Microctonus aethiopoides</i> (Braconidae).</p> <p><u>Microrganismos:</u> fungo <i>Zoophthora phytonomi</i>.</p>
Besouros vaquinhas	<p><u>Predadores:</u> percevejos Reduviidae, Geocoridae e Nabidae; larvas de besouros Cantharidae; formigas; ácaros.</p> <p><u>Parasitoides:</u> <i>Celatoria diabroticae</i> (Tachinidae)</p> <p><u>Microrganismos:</u> <i>Steinernema</i> sp, Beauveria bassiana</p>
Cigarrinhas	<p><u>Predadores:</u> larvas de <i>Chrysoperla carnea</i> (Chrysopidae); joaninhas (<i>Coleomegilla maculata</i>); percevejos <i>Orius</i> e <i>Nabis</i>.</p> <p><u>Parasitoides:</u> microvespas (várias).</p>
Tripes	<p><u>Predadores:</u> tripes predadores, <i>Orius</i> sp. (Anthocoridae).</p>
Vespa das sementes	<p><u>Parasitoides larvais:</u> microvespas <i>Pteromalus sequester</i> (Pteromalidae), <i>Tetrastichus brucophagi</i> (Eulophidae), <i>Liodontomerus perplexus</i> Gahan (Torymidae).</p>
Percevejos das sementes	<p><u>Predadores:</u> Aranhas; formigas (<i>Solenopsis invicta</i>); percevejos <i>Orius</i>, <i>Geocoris</i> e <i>Nabis</i>.</p> <p><u>Parasitoides:</u> moscas <i>Trichopoda pennipes</i> (Tachinidae); microvespas dos gêneros <i>Telenomus</i> e <i>Trissolcus</i> (Scelionidae) e outros das famílias Platygastriidae, Encyrtidae, Eurytomidae e Pteromalidae.</p>



Figura 13. Inimigos naturais de pragas da alfafa: Orius (A), tesourinha (B), percevejo reduviídeo (C), joaninha (D), mosca sirfídea (E) e crisopídeo (F).
Foto: Alessandra de Carvalho Silva

Referências

- AFONIN, A. N.; GREENE, S. L.; DZYUBENKO, N. I.; FROLOV, A. N. (Ed.). **Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries: economic plants and their diseases, pests and weeds**. 2008. Available at: <<http://www.agroatlas.ru>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- AFONSO, A. P. S. Insetos praga da alfafa. In: MITTELMANN, A.; LÉDO, F. J. da S.; GOMES, J. F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. p. 17-32.
- ANDRADE, G. S. de. The species of the genus *Ceresa* Amyot & Serville (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Membracidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 671-738, 2004. DOI: 10.1590/S0101-81752004000400001.
- ARAGÓN, J. R.; IMWINKELRIED, J. M. Manejo integrado de plagas de la alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 165-197.
- BEAUZAY, P. B.; KNODEL, J. J.; GANEHIARACHCHI, G. A. S. M. **Integrated pest management of alfalfa weevil in North Dakota**. Morrill Hall: NDSU Extension Service, 2013. 9 p. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/pests/e1676.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. 466 p.
- BUGGUIDE. **Alfalfa Weevil – *Hypera postica***. 2015. Disponível em: <<https://bugguide.net/node/view/1036044>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- CABI. *Bruchophagus roddi* (alfalfa seed chalcid). In: **INVASIVE species compendium**. Wallingford: CAB International, 2018. Disponível em: <www.cabi.org/isc>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- CARVALHO, A. R. de; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. Influência de fatores climáticos e do corte na flutuação populacional de pulgões (Homoptera: Aphididae) na cultura da alfafa (*Medicago sativa* L.) em Lavras, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 317-324, maio 1996.
- CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCES INTERNATIONAL. **Invasive species compendium: *Bruchophagus roddi*** (alfalfa seed chalcid). Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/10083#8FBB5628-4765-4EAF-9040-41A4A158E917>>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- CHASEN, E. M.; DIETRICH, C.; BACKUS, E. A.; CULLEN, E. M. Potato leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) ecology and integrated pest management focused on alfalfa. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 5, n. 1, p. A1-A8, 2014. DOI: 10.1603/IPM13014.
- CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Egg parasitism of *Piezodorus guildinii* and *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean, alfalfa and red clover. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNCuyo**, v. 46, n. 1, p. 15-27, 2014.
- CUNHA, S. B. Z.; SOUSA, C. R.; BERTI-FILHO, E. Flutuação sazonal de afídeos e seus predadores em cultura de alfafa. **Revista de Agricultura**, v. 91, n. 3, p. 230-239, 2016.
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013. DOI: 10.1590/S1983-40632013000100015.
- EVANGELISTA, A. R.; BUENO, V. H. P. Pragas da cultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1999, Piracicaba. **Fundamentos do pastejo rotacionado: anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 175-198.

- FRAZER, B. D. Life tables and intrinsic rates of increase of apterous black bean aphids and pea aphids, on broad bean (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, v. 104, n. 11, p. 1717-1722, Nov. 1972. DOI: 10.4039/Ent1041717-11.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).
- GOPAR, A.; VES LOSADA, J. C. **Estudio sobre la fluctuación poblacional de gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) adultos que afectan a la alfalfa (*Medicago sativa*, L.)**. Anquil: INTA EEA, 2004. p. 1-20. (Publicación técnica, 57).
- GROSSO, T. P.; MERCADO, M. I.; PONESSA, G. I.; CONCI, L. R.; VIRLA, E. G. Characterization of feeding injuries caused by *Ceresa nigripictus* Remes Lenicov (Hemiptera: Membracidae) on alfalfa stems. **Neotropical Entomology**, v. 45, n. 2, p. 211-216, Apr. 2016. DOI: 10.1007/s13744-015-0357-7.
- HAMMOND, R. B.; MICHEL, A.; EISLEY, J. B.; SULC, R. M. **Potato leafhopper on alfalfa**. Ohio State University, 2009. The Ohio State University Columbus. Disponível em: <<https://ohioline.osu.edu/factsheet/ENT-33>>. Acesso em: 5 jan. 2018.
- HARPER, A. M.; SCHABER, B. D.; STORY, T. P.; ENTZ, T. Effect of swathing and clear cutting alfalfa on insect populations in southern Alberta. **Journal of Economy Entomology**, v. 83, n. 5, p. 2050-2057, Oct. 1990. DOI: 10.1093/jee/83.5.2050.
- HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G.; SUJII, E. R. **Predadores e parasitoides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 89 p.
- JABBOUR, R.; SHIRI, N. Wyoming producer priorities and perceptions of alfalfa insect pests. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 8, n. 1, p. 1-5, Jan. 2017. DOI: 10.1093/jipm/pmx017.
- MANGLITZ, G. R.; RATCLIFFE, R. H. Insects and mites. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.) **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1988. p. 671-704. (Agronomy series, 29).
- MASSONI, F. A.; MATTERA, J.; FRANA, J. E. **Daño de trips en implantación de alfalfa**. Rafaela: INTA EEA, 2013. 4 p. Disponível em: <<https://inta.gob.ar/documentos/dano-de-trips-en-implantacion-de-alfalfa>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- MENDES, S.; CERVIÑO, M. N.; BUENO, V. H. P.; AUAD, A. M. Diversidade de pulgões e de seus parasitoides e predadores na cultura da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1305-1310, jul. 2000. DOI: 10.1590/S0100-204X2000000700003.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>, Acesso: 07/01/2018.
- MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 213-334.
- MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M.; ECHEVERRÍA, E. M.; ÁVALOS, L. M. Producción de semilla de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. **El cultivo de la alfalfa em la Argentina**. Buenos Aires, Ediciones INTA, 2007. p. 405-448.
- MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014. DOI: 10.1653/024.097.0279.

- ODORIZZI, A. S.; AROLFO, V.; BASIGALUP, D. H. Evaluación de daño de gorgojos em poblaciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con alto número de raíces laterales. **Agriscientia**, v. 28, n. 2, p. 119-126, 2011.
- OLIVEIRA, P. R. D.; VENDRAMIN, J. D.; CORSI, M. Pulgão verde-azulado *Acyrtosiphon kondoi* Shinjii, 1938 (Homoptera: Aphidiidae): uma nova praga da alfafa (*Medicago sativa*, L.) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, n. 2, p. 397-398, 1986.
- PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 1-12, Mar. 2000. DOI: 10.1590/S0301-80592000000100001.
- PANIZZI, A. R.; BUENO, A. D. F.; SILVA, F. D. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 335-420.
- PELLISSIER, M. E.; NELSON, Z.; JABBOUR, R. Ecology and management of the alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Western United States alfalfa. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 8, n. 1, Jan. 2017. DOI: 10.1093/jipm/pmw018.
- PEREIRA, P. R. V. da S. *Euschistus heros*: percevejo Pentatomidae que ocorre em canola. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. Banco de imagens, Embrapa. Foto: Laboratório de Entomologia da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, em 25/11/2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3745001/euschistus-heros>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- PONS, X.; LUMBIERRES, B.; COMAS, J.; MADEIRA, F.; STARÝ, P. Effects of surrounding landscape on parasitism of alfalfa aphids in an IPM crop system in northern Catalonia. **Biocontrol**, v. 58, n. 6, p. 733-744, Dec. 2013. DOI: 10.1007/s10526-013-9534-y.
- QUESNEL, G. Potato Leafhoppers in Alfalfa – Looking to 2013. **Field Crop News**, Nov. 21, 2012. Disponível em: <<http://fieldcropnews.com/2012/11/potato-leafhoppers-in-alfalfa-looking-to-2013/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- RYALLS, J. M. W.; RIEGLER, M.; MOORE, B. D.; JOHNSON, S. N. Biology and trophic interactions of lucerne aphids. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 15, n. 4, p. 335-350, 2013. DOI: 10.1111/afe.12024.
- SILVA, A. de C. (Ed.). **Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 47 p.
- SUMMERS, C. G.; GILCHRIST, D. G.; NORRIS, R. F. (Coord.) **Integrated pest management for alfalfa hay**. Oakland: Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, 1981. 96p.
- SUMMERS, C. G.; GODFREY, L. D.; NATWICK, E. T. Managing insects in alfalfa. In: SUMMERS, C. G.; PUTNAM, D. H. (Ed.). **Irrigated alfalfa management for Mediterranean and desert zones**. Oakland: University of California, 2007. 24 p. (Agriculture and natural resources publication, 8295). Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/IrrigatedAlfalfa>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- TILLMAN, P. G. Stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) and their natural enemies in alfalfa in South Georgia. **Journal of Entomological Science**, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2013. DOI: 10.18474/0749-8004-48.1.1.
- VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KONZEN, E. A.; BOTREL, M. de A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de cerrado no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 289-292, mar. 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000300013.

CAPÍTULO 11. PRODUÇÃO DE SEMENTES

Daniel Horacio Basigalup

A produção de sementes de alfafa é uma agricultura especializada, que muito difere da produção de forragem (MARBLE, 1980), em face de seus requisitos específicos de fertilidade do solo, densidade de plantio, controle de pragas, de plantas daninhas e de doenças, de polinização e de manejo de água.

11.1 Requerimentos ambientais

11.1.1 Clima

As condições climáticas que favorecem a produção de sementes são: a) período de crescimento de ao menos 150 dias de duração; b) temperaturas médias durante o período de floração, em torno de 24-25°C durante o dia e ao menos 18°C durante a noite, com ar relativamente seco (umidade relativa menor que 50%); c) alta luminosidade e ausência de ventos fortes durante a floração, com poucos dias nublados e frescos; d) dias longos, com um mínimo de 14 h de luz; e e) distribuição de chuvas ou irrigação que favoreça crescimento vegetativo controlado e que, através de redução gradual da umidade do solo após a floração, possibilite adequado crescimento reprodutivo (MOSCHETTI et al., 2007).

Em zonas úmidas e com chuvas frequentes nos períodos de maturação e colheita, a produção de sementes é reduzida (50 a 100 kg/ha). Ao contrário, em climas áridos, onde se pode controlar a irrigação, a produção pode chegar a 1.000 kg/ha (ECHEVERRIA, 1993). Assim, chuvas de apenas 5 mm nesse período podem provocar queda de vagens e causar perdas de sementes; chuvas de 10 a 20 mm podem resultar em perdas de até 75% da produção, se a semente estiver seca, no ponto de ser colhida (MARBLE, 1987). Com base na precipitação nas fases de maturação e de colheita das sementes, Ochoa (1980) sugeriu a seguinte classificação da aptidão agrícola regional para produção de sementes: excelente: 0-20 mm; muito boa: 20-40 mm; boa: 40-60 mm; regular: 60-80 mm; problemática: 80-100 mm; muito difícil: 100-120 mm e impossível: > 120 mm.

Ainda que a alfafa seja uma espécie de dias longos, a resposta ao comprimento do dia também é influenciada por níveis de radiação solar e temperatura (FICK et al., 1988). De modo geral, a formação de flores é favorecida por um mínimo de 12 h de luz, com alta intensidade luminosa e temperaturas mínimas acima de 20°C (FICK et al., 1988). A temperatura e o fotoperíodo não só condicionam o desenvolvimento das inflorescências e a fertilidade do pólen e dos óvulos, como também a atividade dos polinizadores, o crescimento e a maturação das vagens (HACQUET, 1986).

Temperaturas muito altas ou ventos secos podem provocar significativa queda de flores e/ou afetar o desenvolvimento das sementes, aumentar a proporção de sementes duras e diminuir seu vigor (FICK et al., 1988).

11.1.2 Solo

Embora a alfafa se adapte a vários tipos de solo, altos rendimentos de sementes são obtidos em solos bem drenados, com baixo teor de sais e com profundidade mínima de 1 m. Solos argilosos, argilo-arenosos ou franco-argilo-arenosos são preferíveis aos solos arenosos, por sua maior capacidade de retenção de água. Devem ser evitados solos extremamente arenosos, pedregosos ou com algum tipo de compactação superficial. Terrenos de textura e profundidade uniformes facilitam o manejo da umidade no perfil do solo e a sincronização dos estádios de desenvolvimento da cultura (RINCKER et al., 1988).

O excesso de umidade é prejudicial não só porque favorece demasiadamente o desenvolvimento vegetativo, mas também porque pode provocar a morte de plantas por anoxia radical (ausência de ar no solo), ou por favorecer a incidência de doenças (CABRAL et al., 1985). Dessa forma, ao se utilizar um sistema de irrigação, é fundamental um bom nivelamento do terreno (sistematização), para eliminação de pontos de encharcamento e uniformização da distribuição de água. Também é importante conhecer a profundidade e a dinâmica do lençol freático, pois suas contribuições ao cultivo podem diminuir a frequência e a intensidade das irrigações aplicadas ao longo do ciclo produtivo (BRASE, 1987).

Os níveis de fertilidade do solo são determinantes dos rendimentos de sementes. Os conteúdos de nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e boro (B), na ausência de restrições hídricas severas, frequentemente são os elementos que mais limitam o crescimento e o desenvolvimento das plantas de alfafa (DARWICH, 1992). Também são importantes potássio (K), magnésio (Mg), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e molibdênio (Mo) (CULOT, 1986; DIAZ ZORITA; GAMBUADO, 2007). As necessidades de fertilização podem ser definidas com base na análise do solo ou tecido vegetal. Outro fator importante é o grau de acidez dos solos; a alfafa não se desenvolve em solos ácidos. A acidez excessiva reduz a disponibilidade de alguns macronutrientes (como P, N, Ca, Mg e K) e pode aumentar a solubilidade do alumínio (Al) a níveis fitotóxicos, prejudicando a fixação simbiótica do N₂ ao diminuir a atividade dos rizóbios (*Sinorhizobium meliloti*). Quando necessário, deve-se corrigir a acidez do solo por meio da calagem (DIAZ ZORITA; GAMBUADO, 2007).

11.2 Estabelecimento do cultivo

11.2.1 Escolha e preparo do solo

O processo de escolha da área é muito importante para a formação de um alfafal destinado à produção de sementes. A área deve ser plana, com solo de textura média, profundo, com boa drenagem, sem camada de impedimento (compactação) e apresentar bom nível de fertilidade natural, com altos níveis de matéria orgânica e facilidades de irrigação, observando-se, principalmente, proximidade e quantidade de água. Deve-se, também, evitar solos que tenham alta infestação de plantas daninhas de difícil controle, potencialmente capazes de causar prejuízos à produção de sementes.

Outro critério para a seleção da área é o isolamento, quer seja, a distância mínima que deve existir entre campos de produção de sementes de alfafa de cultivar ou de categoria diferente. O propósito é evitar a contaminação varietal do campo com fontes externas de pólen, com vistas à preservação da pureza genética da cultivar que está sendo multiplicada.

Uma vez escolhida a área, as práticas de preparo de solo, em semeadura convencional, devem proporcionar um solo bem destorroado, com uma camada fina e firme para efetuar a semeadura. Crostas superficiais devem ser eliminadas com aração profunda antes da preparação final para a semeadura. No caso de plantio direto, deve-se prestar atenção ao cultivo anterior, que deve promover uma cobertura adequada do solo e permitir uma boa distribuição e profundidade de plantio das sementes.

11.2.2 Época e densidade da semeadura

Da mesma forma que para a produção de forragem, a melhor época de plantio de um cultivo de alfafa para semente deve ser escolhida com base em três fatores: temperatura, umidade e incidência de plantas daninhas. A combinação desses fatores sugere que o outono é a melhor época de semeadura na grande maioria dos casos. No Brasil, o período de abril a junho (outono) é o mais indicado para a implantação da cultura, havendo, entretanto, necessidade de irrigação (HONDA; HONDA, 1999).

A inoculação das sementes com *Sinorhizobium meliloti* é uma prática recomendável, especialmente para solos não anteriormente cultivado com alfafa. Para as condições do Brasil e de outros países tropicais, o uso de sementes peletizadas - que combinam a inoculação com o uso de fungicida e recobrimento com carbonato de cálcio - pode oferecer vantagens significativas comparativamente à utilização de sementes nuas, pois nessas regiões não há tradição de cultivo da alfafa e as condições edáficas nem sempre são propícias. Ao se usar sementes peletizadas, deve-se considerar a quantidade de material inerte nelas incorporadas, a fim de se calcular corretamente a taxa de semeadura desejada.

As densidades de semeadura em cultivos de alfafa destinados à produção de sementes devem ser consideravelmente mais baixas que as empregadas para a produção de forragem. Recomenda-se até 1 kg/ha em fileiras espaçadas de 0,7 a 1 m (ECHEVERRIA et al., 1995). Entretanto, este valor pode variar. Por exemplo, na Austrália, se utiliza densidade de semeadura mais elevada (4 a 6 kg/ha) e espaçamento mais denso (17,5 a 20 cm). Em ambiente propício e utilizando tecnologia adequada, a produção de sementes de alfafa varia de 700 a 900 kg/ha.

A profundidade ótima de semeadura é 1,5-2 cm em solos franco-arenosos ou 0,6-1,5 cm em solos franco-argilosos. Quando se semeia a profundidades de 2,5 a 3,5 cm, a emergência de plântulas é significativamente reduzida e é quase nula a partir dos 5 cm (SMITH; MELTON, 1967). A semeadura profunda atrasa a emergência e aumenta a probabilidade de perda de plantas por ocorrências meteorológicas desfavoráveis, por invasão de plantas daninhas e/ou crostas de solo (MARBLE et al., 1986).

11.2.3 Espaçamento entre fileiras

Vários trabalhos de pesquisa realizadas nos Estados Unidos mostraram que as semeaduras em espaçamentos maiores resultam em maiores produtividades de semente do que os espaçamentos menores (GOPLIN, 1975 e 1976; HART, 1980). Isto se deve à maior produção de néctar e, portanto, maior atração de polinizadores, bem como menor índice de aborto de flores. Outras vantagens observadas incluem o desenvolvimento de plantas mais eretas e abertas, que facilitam o trabalho dos polinizadores, a penetração da luz no interior das plantas, aumento da temperatura do solo, a diminuição do acamamento e a redução da umidade na folhagem (que reduzem a incidência das doenças foliares e os danos à semente), a maior eficiência no uso de agroquímicos (devido à maior penetração dos produtos pulverizados), a simplificação no manejo da irrigação, e a possibilidade de se realizar controles mecânicos de plantas daninhas e de plantas de alfafa de cultivos anteriores, contribuindo, desta forma, para a pureza genética da cultivar multiplicada (MARBLE, 1987; RINCKER et al., 1988).

O espaçamento entre linhas mais aconselhável varia de 0,9 a 1 m para áreas que possibilitam maior período de crescimento, e de 0,7 a 0,8 m para áreas de menor período de crescimento, depositando 4 a 5 sementes a cada 20 ou 30 cm da linha de plantio, de tal forma a obter-se *grupo de plantas* e não *plantas individuais* (Figura 1). Não obstante, como já citado, em algumas zonas produtoras da Austrália se prefere densidade de semeadura mais alta (4 a 6 kg/ha), com espaçamentos entre fileiras variando de 17,5 a 20 cm.

11.3 Irrigação

O uso de irrigação é fundamental à produção de sementes de alfafa, mas sua utilização correta é complicada. Como cada situação particular requer seu próprio ajuste, a irrigação é mais uma arte que uma técnica rígida. Entre outros fatores, as quantidades e os momentos de aplicação de água variam em função da textura e da profundidade dos solos, das chuvas recebidas, da evapotranspiração, da influência dos lençóis freáticos, da quantidade e qualidade da água disponível, da densidade do cultivo e de características específicas da cultivar (RINCKER et al., 1987). Em consequência, a complexidade das interações entre todos esses fatores torna quase impossível a definição de um esquema de irrigação de aplicação geral.

Idealmente, a irrigação deve promover crescimento lento e sustentado das plantas, evitando o desenvolvimento vegetativo excessivo e favorecendo o desenvolvimento reprodutivo. O desenvolvimento vegetativo excessivo, como consequência da aplicação de água em demasia, aumenta a predisposição das plantas ao acamamento e reduz a produção de flores e seu conteúdo de néctar. Por outro lado, deficiência hídrica severa redundará em pequeno desenvolvimento vegetativo, baixa produção de flores e sementes pequenas.

Nas principais regiões produtoras de semente de alfafa no mundo se empregam basicamente três sistemas de irrigação: sulco ou inundação, aspersão ou gotejamento. O sistema em sulco requer solo nivelado, possibilitando boa distribuição da água e evitando a formação de zonas encharcadas, o que favorece o desenvolvimento de doenças da coroa e da raiz. O sistema por aspersão não requer solo nivelado, mas o investimento financeiro é maior; além disso, pode interferir na polinização. O sistema de gotejamento (Figura 1) é mais eficiente quanto ao uso da água e controle de plantas daninhas, mas requer alto investimento inicial; roedores podem danificar os tubos de irrigação.



Figura 1 - Grupos de plantas de alfafa em sistema de irrigação por gotejamento.
Foto: Eduardo Echeverria.

11.4 Controle de plantas daninhas e das pragas

Infestações severas de plantas daninhas em campos de produção de sementes de alfafa podem reduzir significativamente a produtividade e o resultado econômico da atividade, não só pela competição por luz, água e nutrientes, mas também pela interferência no trabalho dos agentes polinizadores, pelas complicações na colheita e pelo aumento dos custos de produção e das perdas durante o processamento da semente (DELL' AGOSTINO, 1990; ECHEVERRIA et al., 1995). A eliminação das plantas daninhas é mais simples e econômica quando feita antes da colheita das sementes. Caso as plantas daninhas tenham chance de se desenvolver e de produzir sementes, contribuirão com o aumento do banco de sementes do solo e poderão ser colhidas junto com as sementes de alfafa, exigindo sua eliminação no processo de beneficiamento. Esta é uma prática muito difícil, particularmente quando se trata de sementes com peso e tamanho similares às de alfafa.

Um programa racional de controle das plantas daninhas, tanto no estabelecimento quanto em cultivos já estabelecidos, deve combinar medidas de prevenção com controles culturais, mecânicos e químicos. Uma das medidas mais efetivas de prevenção é a escolha para o plantio de lotes livres de contaminação por sementes de plantas daninhas-problema e com baixa ou nenhuma infestação de plantas daninhas perenes.

O controle mecânico é um método econômico, apesar de sua eficácia restringir-se a espécies de plantas daninhas anuais. Este método é realizado com o uso de implementos como grade de discos, carpideiras, cultivadores rotativos, entre outros. Obviamente, o cultivo em espaçamentos entre linhas de plantio maiores facilita o método de controle mecânico. Para se decidir o momento e a frequência deste método de controle, o produtor deve verificar o desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas e o dano que ele poderá ocasionar. Portanto, para um menor risco de danos à cultura é conveniente que neste método de controle seja utilizado trator de rodas estreitas. O controle mecânico também pode ser útil para a eliminação de plântulas de alfafa de cultivos anteriores, bem como para melhorar a infiltração da água de irrigação no perfil do solo (ECHEVERRIA et al., 1995).

O controle químico com herbicidas seletivos é relativamente efetivo e duradouro, mas exige maior grau de planejamento e conhecimento do que o requerido no controle mecânico. Moschetti et al. (2007) descrevem os herbicidas que têm sido empregados na produção de sementes de alfafa: A- Na etapa de *preparação do terreno*: glifosate (2-4 L ha⁻¹) para plantas daninhas perenes e paraquat (500 a 750 g ha⁻¹) para plantas daninhas anuais; B- *Estabelecimento da cultura*: a) pré-plantio incorporado: trifluralin (550 a 900 g ha⁻¹) e EPTC (2500-3000 g ha⁻¹); b) pré-emergência: methazole (1500 a 1800 g ha⁻¹) e flumetsulam (50 a 70 g ha⁻¹); e c) pós-emergência: i) latifoliadas (dicotiledôneas ou “folhas largas”): 2,4-DB (750 a 1000 g ha⁻¹); bromoxinil (350 a 550 g ha⁻¹); e flumetsulam (35 g ha⁻¹) ou bentazon (300 a 500 g ha⁻¹), geralmente combinados com 2,4-DB para controlar plantas daninhas pouco sensíveis ou resistentes a este último; e ii) gramíneas (monocotiledôneas ou “folhas estreitas”): cletodim, fenoxaprop-p-etil, fluazifop-p-butil, haloxifop- metil, quizalofop-etil, quizalofop-p-etil e setoxidim (DELL’AGOSTINO et al., 1987; DELL’AGOSTINO, 1990); e C- *Cultivos já estabelecidos*: a) durante o repouso invernal e em pré- emergência das plantas daninhas: diuron (2000-2400 g ha⁻¹), terbacil (800 a 1000 g ha⁻¹), metribuzin (550 a 750 g ha⁻¹) e propizamida (1000 a 2000 g ha⁻¹); e b) pós-emergência: 2,4-DB, bromoxinil, flumetsulam (25 a 35 g ha⁻¹), imazetapir (80 a 100 g ha⁻¹), clorimuron etil (5 a 7,5 g ha⁻¹), bentazon (300 a 500 g ha⁻¹) e glifosate (500 a 1000 g ha⁻¹), aplicados durante os meses sem rebrota ativa na alfafa. Estes herbicidas, entretanto, ainda não tem registro aprovado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para serem utilizados em alfafa no Brasil, mas são indicados na Argentina e demais países que cultivam alfafa na região.

Especial consideração deve ser dada ao controle de uma planta daninha muito problemática para a produção de semente de alfafa: a cuscuta (*Cuscuta* spp.). Trata-se de uma espécie anual e parasita, que aparece geralmente em forma de manchas isoladas ('reboleiras') que, se não forem controladas, podem chegar a infestar toda a área de produção. O controle preventivo inclui o uso de semente livre de cuscuta; a adequada limpeza das máquinas ao término da colheita de uma área; o

controle de cuscuta e de plantas daninhas hospedeiras em estradas e carreadores, alambrados e canais de irrigação, e a entrada no campo de produção de sementes de animais que pastejaram áreas contaminadas (DELL' AGOSTINO, 1990). 'Reboleiras' de cuscuta em campos de sementes devem ser eliminadas antes que floresçam e produzam sementes. Para isso, o produtor deve cortar as plantas de alfafa parasitadas abaixo do ponto onde a cuscuta está aderida, deixá-las secar, retirá-las do local e queimá-las. O produtor também pode fazer a opção de queimar diretamente o setor infestado com um lança-chamas ou aplicar um herbicida de contato (paraquat) e, após a secagem das plantas, queimá-las. Em todos os casos, é aconselhável o tratamento de uma área maior do que a infestada para se evitar a permanência de plantas parasitadas na cultura (DELL' AGOSTINO, 1990). Quanto ao controle químico, podem-se usar diversos produtos. O glyphosate, em doses muito baixas (75 a 150 g ha⁻¹), permite um controle seletivo da cuscuta quando esta já está aderida ao hospedeiro (DAWSON, 1986). No caso de campos já invadidos, com uma grande quantidade de sementes de cuscuta no solo, os herbicidas propyzamide (1 a 2 kg.ha⁻¹), trifluralin (granulada e em doses muito altas), cloroprofán, pendimetalín ou dinitroanilina tem sido usados com sucesso nos EUA, em aplicações de pré-emergência (DELL' AGOSTINO, 1990).

O controle de pragas também é muito importante, particularmente aquelas que atacam as vagens e as sementes, como é o caso dos percevejos (*Nezara viridula*, *Piezadorus guildinii*) e a vespa das sementes (*Bruchophagus rodii*). Também se devem controlar as pragas como pulgões e lagartas, que ao se alimentarem das folhas debilitam as plantas e diminuem a produção de sementes.

11.5 Polinização

Para produzir semente em quantidade e qualidade, a alfafa requer polinização cruzada (alogamia). A disposição dos órgãos florais requer um mecanismo que libere os órgãos sexuais (pistilo e estames) da parte interna das flores, atividade que é realizada por várias espécies de insetos (MARTINEZ, 1987). Deste modo, quando os órgãos sexuais da planta tocam o abdômen do inseto, o estigma entra em contato com o pólen proveniente de outras flores. Mecanismos de auto-incompatibilidade e auto-esterilidade presentes na alfafa favorecem a alogamia (VIANDS et al., 1988).

Polinização deficiente é um dos fatores que mais dificultam a produção de sementes de alfafa. Na ausência de insetos polinizadores, a grande maioria das sementes provém da auto-fecundação, o que dará origem a plantas com pouco vigor, resultando, conseqüentemente, baixa produção de forragem e de sementes. Com auto-fecundação, somente 35% das flores fecundadas formam vagens, enquanto na polinização cruzada esse valor chega a 60%. Em geral, rendimentos de sementes de 50 a 150 kg/ha e 1 a 3 sementes/vagem indicam alto nível de auto-fecundação. Por outro lado, rendimentos acima de 500 kg/ha indicam polinização cruzada, chegando a produzir 9

sementes/vagem (MOSCHETTI et al., 2007).

As abelhas são os insetos mais eficientes como polinizadores de alfafa. As espécies mais importantes são: abelha melífera ou europeia (*Apis mellifera*), abelha cortadeira de folhas (*Megachile rotundata*) e abelha alcalina (*Nomia melanderi*) (MARBLE et al., 1986). A abelha melífera é mais conhecida e mais fácil de manejar, mas não é muito eficiente para realizar o desenlace das flores. A abelha cortadeira de folhas é muito mais eficiente, mas deve-se importá-la dos Estados Unidos ou do Canadá, o que está proibido na Argentina por ser uma espécie não nativa. A abelha alcalina é também muito eficiente, mais seu uso só é possível em áreas específicas do Estado de Washington, nos Estados Unidos.

A atividade das abelhas depende, entre outros fatores, das condições ambientais, da cultivar, da proximidade de fontes competitivas de pólen, do tamanho e cor das flores, da aplicação de inseticidas na área ou em áreas vizinhas, etc. (MARTINEZ et al., 1983). Temperaturas baixas, ventos fortes, céu nublado e chuva retardam o vôo das abelhas e dificultam a colheita de pólen ou de néctar (MARTINEZ, 1987). Também é importante considerar a capacidade de vôo de cada espécie de polinizadores, a fim de definir os necessários isolamentos para evitar contaminações.

11.5.1 Polinização com abelhas melíferas

Nos campos de semente de alfafa, as abelhas operárias são principalmente coletoras de néctar (MARTINEZ et al., 1983) e, mesmo visitando as flores rapidamente (cerca de 14/minuto), evitam o mecanismo de desenlace dos órgãos sexuais florais, chegando a fecundar somente 1% das flores visitadas. Mesmo em número reduzido (1-5% da população da colméia), as operárias que colhem pólen trabalham mais lentamente (8 flores/minuto), mas conseguem ativar o mecanismo de desenlace em 80% das flores visitadas, o que faz com que polinizem uma média de 384 flores/hora e sejam 45 vezes mais eficientes como polinizadoras do que as operárias coletoras de néctar (MARTINEZ, 1988). As abelhas coletoras de pólen têm picos de atividade entre 32 e 44°C, enquanto as coletoras de néctar alcançam sua máxima atividade entre 32 e 35°C (FRANKLIN, 1951).

11.6 Colheita

Há basicamente dois métodos de colheita de sementes de alfafa: a) corte, enleiramento e trilha; e b) colheita direta, com prévia aplicação de um desfolhante (dessecação). Utiliza-se o primeiro método quando é necessário colher cultivares de maturação tardia com uma significativa percentagem de vagens imaturas, com uma alta proporção de sementes verdes, que terminam de amadurecer após o enleiramento (MOSCHETTI; DELL' AGOSTINO, 1982). Por sua vez, a colheita direta permite reduzir a incidência dos fatores ambientais, como chuvas, alta umidade relativa (que podem provocar

sementes ardidadas e manchadas) ou ventos (que podem espalhar o material cortado e amontoado na fileira) (DELL' AGOSTINO, 1990).

Quando o enleiramento se realiza em condições de baixa umidade relativa e ventos fortes, as perdas de semente podem superar 50% (MARBLE, 1976; GOSS et al., 1979). O uso de dessecantes químicos, com vistas à colheita direta, permite uma secagem rápida e homogênea do cultivo, diminuindo os riscos da secagem natural.

Se for utilizado o sistema de enleiramento, a cultura deve ser cortada quando cerca de 70% das vagens apresentarem cor marrom-escura, mas antes de começarem a abrir. A operação deve ser feita durante as horas do dia com maior umidade do ar, ou quando as folhas estão úmidas por efeito do orvalho (STANGER; THORP, 1974). A semente está pronta para ser trilhada quando o grau de umidade da folhagem oscilar entre 12% e 18% (BUNNELLE et al., 1954). Sob condições ótimas de trabalho, as perdas na barra de corte da enleiradeira não devem exceder os 10 kg/ha.

Para a implementação do sistema de colheita direta, o dessecante químico deve ser aplicado quando pelo menos 80-85% das vagens apresentarem cor marrom-escura. Para que a aplicação do dessecante seja mais eficaz, as plantas devem apresentar um crescimento aberto e ereto, e o teor de umidade do solo deve ser baixo, para inibir a rebrotação da coroa (MARBLE, 1976). Se o cultivo é muito denso e apresenta abundante folhagem, ou se está com alta infestação de plantas daninhas, é mais eficaz efetuar duas aplicações separadas com 2-4 dias de intervalo (MOSCHETTI; DELL' AGOSTINO, 1979). Para evitar perdas por deiscência (abertura de vagens), a colheita deve ser iniciada quando o teor de água das folhas e vagens situa-se na faixa de 15-20% e ao redor de 50% nos talos. Em áreas com altas temperaturas, a colheita deve ser realizada 3 - 5 dias após a aplicação do dessecante, enquanto que em áreas com temperaturas mais baixas podem ser necessários entre 5 e 12 dias (MARBLE, 1976). Se as recomendações técnicas de ajuste dos implementos são seguidas, as perdas na colheita raramente ultrapassam 10 - 20 kg/ha (GOSS et al., 1977 e 1979).

Os dessecantes químicos, que são produtos de contato e que não se translocam na planta nem alcançam a coroa da planta ou sua raiz, têm efeito temporário e não afetam, portanto, o rebrote posterior das plantas. Os produtos mais usados são díquat e paraquat, em doses de 1 a 4 L/ha de produto formulado, com um volume de água não inferior a 100 L/ha em aplicações terrestres, e de 20-25 L/ha em aplicações aéreas. Recomenda-se o uso de espalhante adesivo não iônico, em concentrações de 0,10% ou 0,50%. A eficácia desses produtos é mais alta quando a aplicação é sucedida por um período de horas sem luz (fim da tarde), favorecendo a penetração do produto nas plantas (MOSCHETTI; DELL' AGOSTINO, 1990). A aplicação de dessecantes químicos não afeta a qualidade nem o valor cultural dos lotes de sementes colhidos (MOSCHETTI; DELL' AGOSTINO,

1990), embora ocasionalmente possa aumentar a proporção de sementes duras (NAVARRETE, 1967). Na maioria dos casos, para maior segurança de colheita e diminuição das perdas, é viável economicamente o uso do dessecante, apesar do seu preço relativamente elevado.

Na colheita, faz-se necessário cuidar bem da regulagem das máquinas, principalmente da colhedora, para evitar perdas elevadas de produtividade e de qualidade das sementes (STEPHEN e MOSCHETTI, 1976).

Referências

- BRASE, R. J. Growing alfalfa seed on a perched water table. In: ALFALFA SEED PROD. SYMPOSIUM, 1987, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California, 1987. Coop. Ext., p. 49-51.
- BUNNELLE, P. R.; JONES, L. G.; GOSS, J. R. Seed harvest some grass and legume **Crops. Agr. Eng.** v.35, p. 554-558, 1954.
- CABRAL, D. R.; PEREYRA, J. A.; OCHOA, M. A. **Alfalfa. Producción de semillas.** Buenos Aires: INTA - Dirección Regional Mendoza, 1985. 24 p. (Folleto, 78).
- CULOT, J. P. H. Nutrición mineral y fertilización en el ambiente de la Región Pampeana. In: BARIGGI, C.; ITRIA, C. D.; MARBLE, V. L.; BRUN, J. M. (Ed.). **Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa.** Buenos Aires: INTA, 1986. p. 81-117.(Colección Científica).
- DÍAZ ZORITA, M.; GAMBUADO, S. Fertilización y encalado en alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina.** Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. Cap. 11, p. 227-246.
- DARWICH, N. Fertilización de Praderas. In: CONGRESO MUNDIAL SOBRE PRODUCCIÓN, UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FORRAJES EMPLEADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LA GANADERÍA VACUNA – Forrajes, 1992, Buenos Aires - **Anales.** Buenos Aires, 1992. p. 77-86.
- DAWSON, J. H. Dodder control in alfalfa. In: ANNUAL CALIFORNIA WEED CONFERENCE, 38., 1986. **Proceedings...** Fresno: University of California, 1986. p. 149-153.
- DELL' AGOSTINO, E. **Control de malezas en el cultivo de alfalfa para semilla.** In: Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Mendoza: INTA-Centro Regional Cuyo, 1990. p. 68-72. (Agro de Cuyo – Jornadas, 2).p. 68-72.
- DELL' AGOSTINO, E.; MOSCHETTI, C. J.; MARTINEZ, E. M. **Producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado.** Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1987. 10 p. (Boletín de Divulgación, 8).
- ECHEVERRÍA, E. M.; MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M. 1995. Producción de semilla de alfalfa. In: HIJANO, E.; NAVARRO, A. (Ed.). **La Alfalfa en la Argentina.** Buenos Aires: INTA, 1995. (SubPrograma Alfalfa. Enciclopedia Agro de Cuyo, Manuales 11). Cap. 11, pp. 207-238.
- ECHEVERRÍA, E. M. 1993. **Determinación del potencial de semilla de cultivares de alfalfa.** In: IV Jornadas Nacionales de Alfalfa y I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María, Córdoba, Argentina. Octubre 20-22, pp. 57-58.
- FICK, G. W.; HOLT, D. A.; LUGG, D. G. Environmental physiology and crop growth. In: HANSON, A. A.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. (Ed.). **Alfalfa and Alfalfa Improvement.** Madison: ASA-CSSA-SSSA. 1988. Cap. 5, p. 163-194 (Agronomy Series, 29).
- FRANKLIN, W. W. **Insects affecting alfalfa seed production in Kansas.** Kansas: Kansas Agric. Exp. Station, 1951. 70 p.
- GOPLIN, B. P. Row spacing for alfalfa seed production. **Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes** v. 21, n. 1, p. 6, 1976.
- GOPLIN, B. P. Wide row spacing for alfalfa seed production is important. **Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes** v.13, p. 20, p. 18-19, 1975.
- GOSS, J. R.; KUMAR, R.; SHEESLEY, R.; CURLEY, R. G. Improvement of harvesting alfalfa seed In California. In: ALFALFA SEED PROD. SYMPOSIUM, 1977, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California. Coop. Ext., 1977. p. 24-33.

GOSS, J. R.; SHEESLEY, R.; KUMAR, R.; MEHLSCHAU, J. J. Harvest equipment innovations for saving alfalfa seed. In: ALFALFA SEED PROD. SYMPOSIUM, 1979, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California. Coop. Ext., 1979. p. 24-33.

HACQUET, J. La Luzerne Porte-graine. **Bulletin Semences**, n. 94 (Suppl. 1), p. 1-28, 1986.

HART, R. H. Spacing and competition among high and low yielding clones of alfalfa. **Can. J. Plant Sci.**, v. 60, p. 1157-1162, 1980.

HONDA, C.S.; HONDA, A. M. **Cultura da Alfafa**. 2. Ed. Cambará: IARA Artes Gráficas, 1999. p. 45-46.

MARBLE, V. L. Management of alfalfa for seed production. In: INTERNATIONAL SEED CONFERENCE, 1987, Tune. **Abstracts...** Tune, Denmark, 1987. 5 p.

MARBLE, V. L. Manejo del cultivo de alfalfa para producción de semilla. In: SIMPOSIO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA. **IDIA**, n. 391-392, p. 6-23, 1980.

MARBLE, V. L. **Producing alfalfa seed in California**. Los Angeles: University of California, Div. of Agr. Sci., 1976. 16 p.

MARBLE, V. L.; OCHOA, L. H.; MOSCHETTI, C. J. Producción de semilla de alfalfa. In: BARIGGI, .; ITRIA, C. D.; MARBLE, V. L.; BRUN, J. M. (Ed.). **Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa**. Buenos Aires: INTA, 1986. Cap. 11, p. 371-442. (Colección Científica).

MARTINEZ, E. M. 1987. **Polinización**. Conceptos básicos para productores de semilla y apicultores del V.B.R.C. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1987. 8 p. (Boletín de Divulgación, 9) .

MARTINEZ, E. M. **Polinización de alfalfa (*Medicago sativa* L.): Utilización de abeja melífera (*Apis mellifera* L.)**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1988. (Hoja Informativa, 8), 5 p.

MARTINEZ, E. M.; GARCIA, J. M.; BARBOSA, M.; AGUIAR, M. T. **Estudio del aporte polinífero en colmenas como método para evaluar la incidencia de la floración competitiva en un cultivo de alfalfa para semilla**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1983. 15 p. (Informe Técnico, 25)

MOSCHETTI, C. J.; DELL'AGOSTINO, E. **La cosecha directa de semilla de alfalfa**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1990. 4 p. (Hoja Informativa, 16).

MOSCHETTI, C. J.; DELL'AGOSTINO, E. **La cosecha de semilla de alfalfa**. Revisión Bibliográfica. Buenos Aires: INTA EEA Hilario Ascasubi, 1982. 13 p. (Informe Técnico, 24).

MOSCHETTI, C. J. y E. DELL'AGOSTINO. 1979. El uso de desecantes en la cosecha de semilla de alfalfa. INTA - EEA Hilario Ascasubi (Argentina). **Boletín Técnico**. N° 18, 12 p.

MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M.; ECHEVERRÍA, E. M.; ÁVALOS, L. M. Producción de semilla de alfalfa. In: BASIGALUP, D.H. (Ed.). **El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 405-448.

NAVARRETE, S. E. **Usos de desecantes en producción de semilla de trébol rosado**. Santiago: Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Chile, 1967, 42 p.

OCHOA, L. H. La producción de semilla de alfalfa en la Provincia de Santiago del Estero. In: SIMPOSIO DE PROD. DE SEMILLA DE ALFALFA. **IDIA**, n. 391-392, p. 78-87, 1980.

RINCKER, C. M.; MARBLE, V. L.; BROWN, D. E.; JOHANSEN, C. A. Seed Production Practices. In: HANSON, A. A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and Alfalfa Improvement**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1988. p. 985-1021. (Agronomy Series, 29).

RINCKER, C. M.; JOHANSEN, C. A.; MORRISON, C. A. Alfalfa Seed Production in Washington. Bellingham: Washington State University, Coop. Ext., 1987. 12 p.

SMITH, D. L.; MELTON, B. A. **Alfalfa seed productions studies**. New Mexico: New Mexico Agric. Exp. Sta., 1967. 12 p. (Bull. 516).

STANGER, W.; THORP, R. W. **Honey bees in alfalfa pollination**. Los Angeles: California University Coop. Ext., 1974. 4 p. (AXT 228).

STEPHEN, W. P.; MOSCHETTI, C. J. **La cosecha de semilla de alfalfa**. Proyecto Programa Alfalfa. Buenos Aires: FAO-INTA, 1976. pp. 6-19. (Boletín, 1).

VIANDS, D. R.; SUN, P.; BARNES, D. K. Pollination Control: Mechanical and Sterility. In: HANSON, A. A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed). **Alfalfa and Alfalfa Improvement**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1988. cap. 30, p. 931-960. (Agronomy Series, 29).

3. Utilização na alimentação

CAPÍTULO 12. PRODUÇÃO DE FENO, PÉLETES, SILAGEM E PRÉ-SECADO

Ana Cláudia Ruggieri, Raquel Ornelas Marques e Ricardo Andrade Reis

Os sistemas de produção animal que têm por base a utilização de pastagens normalmente observa-se irregularidade na oferta e na qualidade da forragem ao longo do ano. Desta forma, a adoção de práticas eficientes de produção e conservação de forragem de elevado valor nutritivo, tais como a ensilagem e a fenação, permite explorar de modo mais eficiente o potencial produtivo das plantas forrageiras.

Cada sistema de conservação de forragem oferece vantagens e desvantagens em relação ao outro. A produção de silagem permite intensa mecanização na confecção e no fornecimento aos animais, e pode poupar trabalho manual. Além disso, a forragem picada é facilmente utilizada em rações em mistura completa. Porém, a ensilagem requer mais energia para a colheita, para o manuseio e para o fornecimento aos animais e grande investimento em máquinas e em estrutura de armazenamento. A ensilagem e a fenação não devem ser comparadas em termos de eficiência e tampouco na qualidade do produto, pois são processos de conservação que produzem forragem com características nutricionais distintas e, em muitas circunstâncias, feno e silagem podem ser usados na dieta de maneira complementar (CANDIDO et al., 2008).

Além das práticas de conservação de forragem já mencionadas, outros dois processos merecem destaque. A peletização da forragem desidratada e a silagem pré-secada, conhecido nos Estados Unidos como “haylage”, visando, principalmente, minimizar as perdas de folhas decorrentes do processo de fenação e produzir uma forragem conservada de melhor qualidade nutricional.

12.1 Corte da forragem para conservação

Com o crescimento ocorrem alterações na planta, que resultam em elevação dos teores de compostos estruturais, tais como a celulose, a hemicelulose e a lignina, e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular. Além destas alterações, é importante salientar que a diminuição na relação folha:caule resulta em modificações na estrutura das plantas. Desta forma, é de se esperar que plantas mais velhas apresentem menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis, que serão absorvidos mais facilmente durante o processo de digestão.

Recomenda-se, após o plantio, efetuar o primeiro corte com 80% de florescimento, favorecendo a formação da coroa e o acúmulo de carboidratos. Os cortes subsequentes devem ser feitos com 10% de floração e, quando não houver florescimento, quando os rebrotes da coroa atingirem 5 cm. A altura de corte deverá ser de 8 a 10 cm do solo e o corte deve ser feito pela manhã, após a evaporação do excesso de orvalho.

12.2 Feno

O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação, para que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos, sejam paralisadas. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado. As operações envolvidas no processo de fenação incluem, além das práticas comuns a áreas destinadas ao cultivo de alfafa (como implantação da cultura e aplicação de fertilizante), práticas específicas do processo que são: corte, revolvimento da forragem, enleiramento, enfardamento, recolhimento e armazenamento dos fardos.

Para a produção de feno de alto valor nutritivo, alguns fatores básicos devem ser observados: as condições climáticas apropriadas para a secagem no período de corte; a colheita da forragem no estágio de desenvolvimento no qual o valor nutritivo é máximo; o corte de uma quantidade de forragem que possa ser manuseada com base nos equipamentos e na mão-de-obra disponíveis; o controle de plantas invasoras; o uso de equipamentos apropriados para o corte e o manuseio da forragem no campo; o enfardamento do feno quando o teor de água do material atingir 18% e o armazenamento em local apropriado (Figura 1).



Figura 1. Equipamentos (A), feno de alfafa (B) e local apropriado para armazenamento (C).
Foto: Raquel Ornelas Marques

Segundo Rotz (1995), a forragem ao ser cortada para fenação contém de 70 a 80% de umidade. Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar há uma súbita interrupção da transpiração (HARRIS; TULLBERG, 1980). A supressão do suprimento de água pelas raízes e uma

evaporação contínua da superfície foliar levam ao pré-murchamento, secagem e morte das células. Durante a secagem alguma atividade enzimática prossegue e nutrientes podem ser perdidos. Assim, quanto mais rapidamente ocorrer a secagem e, conseqüentemente, a morte das células, menor será a perda de valor nutritivo.

Durante o processo de secagem, quando a forragem é enleirada, a progressiva perda de água e o sombreamento promovem o fechamento dos estômatos, o que resulta em aumento na resistência à desidratação. Embora os estômatos se fechem em aproximadamente uma hora após o corte, quando as plantas possuem de 65% a 70% de água, de 20% a 30% dessa água é perdida nesta primeira fase da secagem (MACDONALD; CLARK, 1987).

Após o fechamento dos estômatos, de 70% a 80% da água deverá ser perdida pela cutícula, cuja função é de prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação e de prover proteção contra a abrasão e os efeitos da geada e da radiação. Na fase final de secagem, a membrana celular perde a sua permeabilidade seletiva e então ocorre rápida perda de água. Essa fase se inicia quando o teor de água da planta atinge em torno de 45% e é menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar.

Fatores como condições climáticas, estrutura da planta, maquinário utilizado no corte e manuseio da forragem, uso de condicionadores químicos e tipos de secagem devem ser considerados, pois interferem na desidratação das plantas. As principais variáveis a serem consideradas em relação ao clima são radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. Os fatores relativos à planta que afetam a taxa de secagem, segundo Rotz (1995), são o conteúdo inicial de água da planta e as características físicas da forragem. A espessura da cutícula, o diâmetro e o comprimento do colmo e a relação folha:colmo podem influenciar a velocidade de secagem da alfafa.

Inúmeras características relacionadas à estrutura das plantas influenciam a taxa de perda de água. Em relação à proporção de caule, é importante considerar que a transferência de água desta fração para as folhas é um fator importante relacionado à velocidade de secagem. A aplicação de tratamentos mecânicos nos caules como o condicionamento resulta em alta taxa de secagem e é vantajosa mesmo se a perda de água do caule pelas folhas for reduzida (ROTZ, 1995, 2001). É fato reconhecido que folhas de alfafa secam mais rapidamente do que os caules mais espessos e, essa secagem mais rápida das folhas, contribui para a destruição e a perda mecânica dos tecidos foliares mais nutritivos (HARRIS; TULLBERG, 1980).

Outro ponto importante a ser considerado é o maquinário utilizado no corte e no manuseio da forragem. Por muitos anos, as segadeiras de barra têm sido utilizadas no corte, principalmente por serem máquinas simples e baratas. A desvantagem desse equipamento é a baixa velocidade de operação, além de promover dilaceração dos caules, o que prejudica a rebrota das plantas e reduz a

persistência do estande (ROTZ, 2001). As segadeiras de disco giratório desenvolvem mais velocidade do que as de barra, mas o seu desempenho é limitado pela habilidade do operador e a desvantagem desta máquina é o seu alto custo de operação, pois requer quatro vezes mais potência para operação.

A utilização de segadeiras condicionadoras que promovem o esmagamento dos caules acelera a taxa de secagem, pois elas aumentam a perda de água desta fração e reduzem pela metade o tempo de secagem de plantas forrageiras (RAYMOND et al., 1991; ROTZ, 1995). Roçadeiras não devem ser utilizadas no processo, pois além de dilacerarem os caules, picam a forragem, o que dificulta o recolhimento e resulta em substancial perda de matéria seca.

A altura de corte influencia a porção dos caules remanescentes e determina a circulação de ar na base da leira. As leiras produzidas pela maioria das segadeiras são compactas e altas, considerando-se que a resistência da leira na fase inicial de secagem é o principal fator que limita a perda de água, a taxa de desidratação pode ser aumentada com o uso de ancinhos. Assim, a perda de água na segunda fase de secagem pode ainda ser rápida se a compactação da leira for diminuída com viragens e revolvimento com ancinhos (ROTZ, 2001).

No processo de secagem da alfafa no campo, o topo da leira se desidrata antes da base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, por meio do revolvimento da forragem mais úmida e também do espalhamento, que aumentará a superfície de contato com o ambiente (ROTZ, 2001). O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras não se aplica em leguminosas, contudo ele é benéfico após chuvas ou quando as condições de secagem são inadequadas (ROTZ, 1995).

No processo de secagem da alfafa no campo, o topo da leira se desidrata antes da base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, por meio do revolvimento da forragem mais úmida e também do espalhamento, que aumentará a superfície de contato com o ambiente (ROTZ, 2001). O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras não se aplica em leguminosas, contudo ele é benéfico após chuvas ou quando as condições de secagem são inadequadas (ROTZ, 1995).

O tipo de secagem, artificial ou à sombra, também deve ser considerado. A secagem artificial propicia a obtenção de feno de qualidade superior, com poucas perdas. Ela pode ser feita mediante ventilação forçada ou com ar quente em secadores especiais (CÂNDIDO et al., 2008). O uso de galpões para complementar a secagem da forragem emurhecida diminui os riscos de perdas e resulta em feno de melhor qualidade. Para prevenir o aquecimento e o crescimento de mofos, deve-se efetuar o revolvimento da forragem periodicamente. O uso de secadores tipo barçaça, com ventilação

forçada de ar, à temperatura ambiente ou aquecido, é uma alternativa para regiões ou para períodos do ano em que chuvas intensas e prolongadas dificultam ou impedem a secagem à campo (MARTINS; VILELA, 2008).

12.2.1 Perdas durante o processo de secagem

As perdas de nutrientes se iniciam imediatamente após o corte e algumas alterações bioquímicas são inevitáveis durante a secagem. Desta forma, a remoção de água tão rapidamente quanto possível resultará na diminuição das perdas (MUCK; SHINNERS, 2001; REES, 1982). Vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento da forragem, além daquelas consideradas inevitáveis, tais como aquelas decorrentes da respiração celular, da fermentação, da lixiviação de nutrientes, da decomposição de compostos nitrogenados e da oxidação de vitaminas.

As enzimas hidrolíticas e as enzimas respiratórias presentes nas células das plantas continuam ativas até que haja redução acentuada no conteúdo de água das células, que de acordo com MacDonald e Clark (1987) e Rees (1982), é de 35% a 40%. Se a planta permanecer respirando, ocorrerá perda de carboidratos solúveis, diminuindo qualidade do feno. Outros compostos, como gorduras e proteínas, podem ser usados no processo de respiração, quando se esgotam os carboidratos solúveis.

As perdas devidas à ocorrência de chuvas durante a secagem no campo podem chegar a mais de 30% da MS. Os principais fatores que afetam as perdas por lixiviação estão relacionados com a quantidade, a intensidade e a duração das chuvas. Fatores inerentes à cultura tais como o conteúdo de água da planta no momento da chuva, a maturidade, a relação folha:caule e a densidade da camada de forragem, influenciam acentuadamente as perdas de MS (MACDONALD; CLARK, 1987; MOSER, 1995; MUCK; SHINNERS, 2001).

Durante a secagem e em decorrência da atividade respiratória, as concentrações de proteína bruta, de fibra em detergente neutro, de fibra em detergente ácido e de lignina, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em percentagem. Além disso, podem ocorrer pequenas perdas de compostos nitrogenados. Assim, o desdobramento da proteína na presença de umidade é muito rápido e a extensão da degradação é influenciada pelo tempo de secagem (MOSER, 1995). As perdas de compostos nitrogenados são menores do que as de carboidratos solúveis.

A secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A, C e E, em função da oxidação e da queima (MOSER, 1995). As perdas de minerais, como fósforo e cálcio, em geral são pequenas, entretanto a exposição prolongada no campo pode intensificá-las e com a ocorrência de lixiviação, a quebra de folhas e outros processos físicos indiretos, esta perda pode aumentar.

12.2.2 Armazenamento

As principais causas de perdas de matéria seca no armazenamento de feno com alto teor de água estão relacionadas com a continuação da respiração celular e o desenvolvimento de bactérias, de fungos e de leveduras. Em razão da respiração celular e do crescimento de microrganismos, há utilização de carboidratos solúveis, de compostos nitrogenados, de vitaminas e de minerais, resultando na diminuição do valor nutritivo do feno.

Condições de alta umidade e de temperatura acima de 55°C no feno são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e o grupo amina dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos da reação de Maillard (MOSER, 1980, 1995).

De acordo com Moser (1995), a análise de fenos armazenados com umidade acima de 15% e que sofreram aquecimento evidencia algumas mudanças na cor, associadas com a atividade de microrganismos e aquecimento durante o armazenamento. A cor verde, presente no enfardamento dos fenos úmidos, é alterada para vários tons de marrom. A extensão das alterações na cor fornece indicação da intensidade do aquecimento no armazenamento e ocorrência da reação de Maillard.

As plantas forrageiras em crescimento no campo estão inoculadas, naturalmente, com ampla variedade de fungos e de bactérias. É importante considerar, que além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos, devido à produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (MOSER, 1995; REIS; RODRIGUES, 1998).

Devido às perdas e ao aumento na população de microrganismos que podem ocorrer durante o armazenamento do feno, é necessário tomar algumas precauções. Segundo Costa e Resende (2006), o feno deve ser armazenado em galpões arejados, protegidos da umidade e os fardos devem ser dispostos em pilhas sobre estrados de madeira, evitando-se o contato com o piso.

É imprescindível observar cuidados em relação à ocorrência de fogo nos galpões. As causas de fogo nesses locais podem ser por combustão espontânea ou de origem externa. Como medida de segurança, os fardos redondos não devem ser armazenados com teor de água superior a 18%, enquanto os retangulares podem ter 20% ao serem colocados em galpões. Quando se suspeita que a concentração de água esteja acima dos valores citados, o feno deve ser armazenado antes em local arejado e seco, a fim de perder água. Os fenos devem ser armazenados após classificados conforme o teor de umidade.

Deve-se avaliar periodicamente a temperatura dos fardos, com base nos seguintes critérios: valores abaixo de 49°C são considerados normais, entre 49 e 60°C inicia a fase de alerta e acima de 70°C existe sério risco de combustão espontânea.

12.2.3 Aditivos

Grande variedade de produtos químicos pode ser aplicada em fenos armazenados com alto teor de água, para controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se a utilização de diacetato de sódio, ácido propiônico, propionato de amônio, ureia e amônia anidra (COLLINS, 1995).

12.3 Péletes

Métodos de processamento do feno como moagem e peletização podem ser utilizados para reduzir as perdas das folhas das forrageiras, onde as proteínas estão mais concentradas; diminuir a poeira; estimular maior ingestão de matéria seca e facilitar o transporte e distribuição aos animais (BEAUCHEMIN et al., 1997).

A peletização é o processo de aglomeração das partículas da forragem desidratada e moída, por meio da combinação de umidade, pressão e calor, melhorando o valor nutricional e a palatabilidade do alimento (LOCH, 2014), podendo ser compactada na forma de péletes ou cubos de alta densidade (Figura 2).

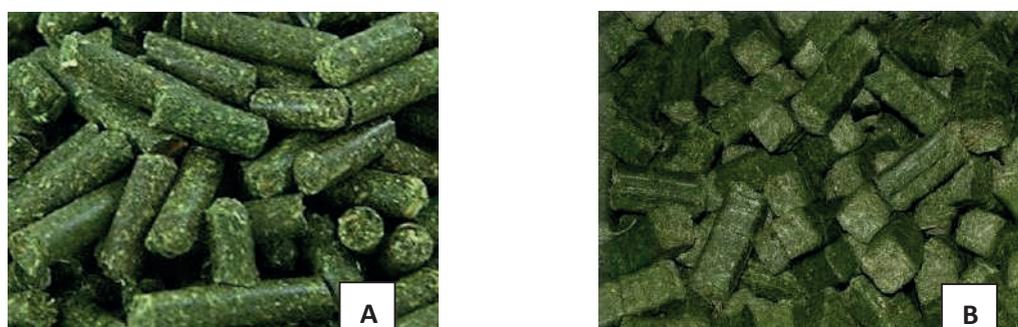


Figura 2. Péletes (A) e cubos de alfafa de alta densidade (B).

Foto: Raquel Ornelas Marques

A alfafa em péletes possui como vantagens a manutenção das características de cor, aroma e sabor por mais tempo; melhora a conservação e preservação contra insetos e fungos e; proporciona economia no transporte e armazenamento, devido à diminuição no volume da forragem desidratada original. Entretanto, cuidados devem ser tomados devido à fina moagem do feno no processo de produção de péletes. A redução da porção fisicamente efetiva da fibra diminui proporcionalmente a

produção de ácido acético no rúmen, causando, eventualmente, queda no teor de gordura no leite (UDÉN, 1988).

12.4 Silagem

A conservação da alfafa como silagem e haylage é menos conhecida do que a conservação na forma de feno. A ensilagem é o método de conservação da forragem mediante um processo anaeróbio (sem a presença de oxigênio), com objetivo de produção de ácidos durante a fermentação que reduz o pH do meio, controlando, assim, a atividade de microrganismos. A silagem é armazenada com mais de 70% de água e a silagem pré-secada (haylage) tem no produto final de 40% a 60% de água (JUAN; ROSSI, 2007).

No processo de ensilagem, a forrageira é cortada, picada e posteriormente ensilada. Nesse processo, há sucessivas mudanças bioquímicas, que dependem de fatores externos e internos das plantas. A ação conjunta desses fatores favorece o desenvolvimento dos microrganismos durante o processo de fermentação (JUAN; ROSSI, 2007).

Quando a ensilagem é feita sob condições ideais, o processo é dividido em quatro fases. Na primeira fase, o oxigênio retido no ar que permanece no silo após a compactação da forragem é utilizado para a respiração da planta e, como consequência, na massa ensilada, ocorrem trocas gasosas. Esse fenômeno acontece quando no meio há açúcares solúveis e oxigênio (CLEALE et al., 1990; JUAN; ROSSI, 2007).

No processo de ensilagem, a forrageira é cortada, desidratada, picada e posteriormente ensilada (Figura 3). Nesse processo, há sucessivas mudanças bioquímicas, que dependem de fatores externos e internos das plantas. A ação conjunta desses fatores favorece o desenvolvimento dos microrganismos durante o processo de fermentação (JUAN; ROSSI, 2007).



Figura 3. Corte (A), picagem (B) e ensilagem (C) da alfafa.
Foto: Raquel Ornelas Marques

Quando a ensilagem é feita sob condições ideais, o processo é dividido em quatro fases (JUAN; ROSSI, 2007):

Na primeira fase, o oxigênio retido no ar que permanece no silo após a compactação da forragem é utilizado para a respiração da planta e, como consequência, na massa ensilada, ocorrem trocas gasosas. Esse fenômeno acontece quando no meio há açúcares solúveis e oxigênio.

Na segunda fase ocorre o rompimento das membranas celulares da planta, havendo, conseqüentemente, a proliferação das bactérias contidas naturalmente na forragem. Os carboidratos solúveis da planta são transformados rapidamente pelas enzimas em glicose e em frutose. Os carboidratos solúveis são imediatamente atacados enquanto houver oxigênio na massa ensilada. A respiração provoca liberação de gás carbônico e pouco a pouco é consumido o oxigênio do silo. No processo há produção de calor e de água. Nesse momento prevalecem condições sem a presença de oxigênio na maior parte do silo. Ao final de 5 a 6h o silo pode estar totalmente isento de oxigênio, se for fechado com rapidez. Mas se o fechamento for realizado 48h depois do enchimento, o processo respiratório continuará por aproximadamente 72h.

Na terceira fase os microrganismos iniciam o processo fermentativo. As bactérias que necessitam da presença de oxigênio para sobreviver permanecem por pouco tempo no silo e, à medida que aumenta a anaerobiose, inicia-se a multiplicação das bactérias anaeróbias, representadas pelas coliformes (ou enterobactérias). Essas bactérias atuam até que o pH da silagem esteja em torno de 4,5. Em seguida as bactérias lácticas se multiplicam rapidamente, não só porque têm afinidade com o pH baixo, mas também porque impedem a proliferação de outras bactérias. Essas bactérias convertem o açúcar das plantas em ácido láctico, principalmente. Além das bactérias homofermentativas (produzem apenas um produto final durante a fermentação) e das heterofermentativas (produzem mais de um produto final durante a fermentação), outras bactérias também participam desse processo fermentativo, porém com menor eficácia.

Na quarta fase a planta estará na fase estável se a queda do pH é suficiente para limitar o crescimento bacteriano, em que a atividade bioquímica é baixa ou inexistente, levando à preservação da massa e, conseqüentemente, dos seus nutrientes.

Embora apresente elevado valor nutritivo, a alfafa possui características indesejáveis para o adequado processo de fermentação, tais como alto teor de água no momento do corte, alto poder-tampão (capacidade de resistir à variações do pH), baixos teores de carboidratos solúveis e caule tubular e oco, o que impede a completa retirada do ar no momento da ensilagem. Além disso, as características indesejáveis são mais acentuadas quando a planta é mais jovem. Uma forma de contornar esta situação é a forragem passar por um processo de emurchecimento ou ser ensilada com aditivos (PEREIRA et al., 2005).

As perdas totais de matéria seca e de nutrientes durante o processo de ensilagem da alfafa podem variar entre valores mínimos de 3% a 6% em condições adequadas até 70% ou mais quando a forragem ensilada sofrer sérias alterações. Alguns estudos comprovaram que as perdas são mais severas em silagem do que em silagem pré-secada (JUAN; ROSSI, 2007). Por esses motivos é importante salientar a necessidade do pH reduzir o mais rapidamente possível, visando obter menores perdas durante a fermentação. Para tanto, é necessário que as condições anaeróbias sejam alcançadas e com isso se retarde o crescimento e o metabolismo de microrganismos indesejados. Se houver falha nestas condições, há produção de volumoso de baixa qualidade, redução de consumo e, conseqüentemente, baixo desempenho animal (CLEALE et al., 1990).

Diversos procedimentos vêm sendo pesquisados visando contornar esses problemas, tal como o uso de inoculantes microbianos, os quais possuem a função de aumentar a população de bactérias lácticas no silo e, conseqüentemente, a produção de ácido láctico (CLEALE et al., 1990), de modo que haja rápido declínio no pH e decréscimo nos níveis de acetato e de butirato (ácidos indesejáveis para uma fermentação adequada durante a ensilagem). Além disso, os inoculantes auxiliam na fase de abertura do silo, na qual a silagem é exposta ao ar e inicia-se o processo de degradação, evitando perdas durante esta fase.

12.4.1 Emurchecimento e aditivos

Ensilar a alfafa sem emurchecimento, com teor de matéria seca (MS) menor do que 35% resultará em perda decorrente de formação de efluente no silo e em fermentações indesejáveis causadas por bactérias do gênero *Clostridium*. Entretanto, teor de MS acima de 60% dificulta a compactação e favorece a penetração de oxigênio (MUCK, 1990), com conseqüente supraaquecimento da massa, o que provoca menor disponibilidade do nitrogênio.

Há de se considerar que o crescimento dos clostrídios é estimulado por elevação da temperatura no interior do silo, baixo teor de MS da forragem ensilada, baixo teor de carboidratos solúveis, alta capacidade tamponante da forragem e vedação inadequada do silo. O pH no qual a atividade dos clostrídios é interrompida depende da atividade da água, relacionada ao teor de matéria seca da silagem. Portanto, é necessário pH baixo para conservar a silagem. Isso mostra que nem sempre o baixo pH em silagens com alto teor de água pode controlar o crescimento de clostrídios. Portanto, o emurchecimento é uma ferramenta que poderá ser utilizada para auxiliar o controle desses microrganismos indesejáveis (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

Os aditivos biológicos (enzimas e bactérias homoláticas e heteroláticas) e o emurhecimento têm sido propostos como formas de propiciar melhores resultados no processo fermentativo de silagens. Na literatura, vários autores relatam a utilização de inoculantes microbianos. Muitos têm demonstrado efeitos positivos na qualidade de silagens, evidenciados por diminuição da proteólise inicial, redução do pH final, aumento da produção de ácido lático e diminuição do nitrogênio não-protéico solúvel (JONES et al., 1992).

O manejo deve permitir a ocorrência e a manutenção do meio anaeróbio do silo, já que este é o ponto crítico da confecção de uma boa silagem (MCDONALD et al., 1991).

12.5 Pré-secado

O pré-secado ou silagem pré-secada é um alimento volumoso com umidade entre 40 e 60%, conservado sob fermentação e crescimento bacteriano limitado. É armazenado em formas de rolos ou fardos de 400 a 600 kg, revestidos de filme plástico para que a condição interna do fardo seja de anaerobiose e, dessa forma, ocorra fermentação similar à das silagens convencionais (JIMENEZ FILHO, 2013).

A forragem destinada à produção de silagem pré-secada deve ser cortada quando esta estiver no estágio vegetativo, no qual a planta apresenta um ponto de equilíbrio entre a produção de matéria seca e a qualidade nutricional. Após o corte a forragem deve permanecer no campo desidratando por cerca de quatro a seis horas, até atingir umidade de 55 a 45%. Nessa etapa utilizam-se ancinhos para virar a leira e melhorar a aeração da forragem segada, permitindo uma secagem mais rápida e uniforme. Pode-se utilizar também uma segadeira condicionadora, para macerar o caule das forragens e otimizar a taxa de secagem.

Após a secagem, o material deve ser recolhido, picado em partículas de dois a três cm, para melhorar a compactação do fardo, enfardado e envolvido em filme plástico, mantendo assim o material compactado, vedado e com a menor quantidade possível de oxigênio no interior do fardo.

A produção de pré-secado apresenta alguns entraves, como a aquisição de equipamentos específicos para o envolvimento do fardo em filme plástico e o elevado custo desse filme, porém, possui uma série de vantagens, além de ser uma forragem conservada de excelente qualidade; permite a utilização de equipamentos empregados na produção de feno; necessita menor tempo de exposição às variáveis climáticas durante o processo de desidratação, quando comparado à produção de feno; permite uma rápida desocupação da terra, por ser recolhido no mesmo dia do corte; ocupa um menor espaço, otimizando o transporte e o armazenamento; não necessita de espaço coberto para armazenamento, podendo ser deixado no campo, próximo ao local de consumo; permite o transporte

e a comercialização de pequenas quantidades de forragem conservada sem abertura de silos; apresenta ótima palatabilidade e facilita o fornecimento aos animais, podendo ser utilizada em dietas totais (Figura 4).



Figura 4. Embaladora de fardos com filme plástico (A), armazenado no campo ao ar livre (B) e fardo de pré-secado pronto para fornecimento (C).

Foto: Raquel Ornelas Marques

Referências

- BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; ELIASON, M. V. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 2, p. 324-333, 1997. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75942-3.
- CÂNDIDO, M. J. D.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; SILVA, R. G. da; AQUINO, R. M. S. Técnicas de fenação para a produção de leite. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA-PECNORDESTE, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Faec, 2008. v. 1, p. 261-298.
- CLEALE, R. M.; FIRKINS, J. L.; VAN DER BEEK, F.; CLARK, J. H.; JASTER, E. H.; MCCOY, G. C.; KLUSMEYER, T. H. Effect of inoculation of whole plant corn forage with *Pediococcus acidilactici* and *Lactobacillus xylosus* on preservation of silage and heifer growth. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 3, p. 711-718, 1990. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78724-3.
- COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (Ed.). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 67-89.
- COSTA, J. L.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. Instrução técnica para produtor.
- HARRIS, C. E.; TULLBERG, J. N. Pathways of water loss from legumes and grass cut for conservation. **Grass and Forage Sciences**, v. 35, n. 1, p.1-11, Mar. 1980. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1980.tb01487.x.
- JIMENEZ FILHO, D. L. Fenos e pré-secados. **PubVet**, v. 7, n. 25, p. 1-12, 2013. DOI: 10.22256/pubvet.v7n25.1639.
- JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; MOREIRA, A. L. (Ed.). **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, 2003. p. 1-26.
- JONES, B. A.; SATTER, L. D.; MUCK, R. E. Influence of bacterial inoculant and substrate addition to lucerne ensiled at different dry matter contents. **Grass and Forage Science**, v. 47, n. 1, p. 19-27, Mar. 1992. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1992.tb02243.x.
- JUAN, N. A.; ROSSI, E. M. V. Producción de heno, silaje y henolaje de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 355-387.
- LOCH, B.L.G. **Utilização do feno de alfafa (Medicago sativa) peletizado e natural em rações para coelhos**. 2014. 28 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- MACDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v. 41, p. 407-437, 1987. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60810-X.
- MARTINS, C. E.; VILELA, D. **Alfafa: utilização para feno**. 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_425_217200392419.html>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Kingston: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

- MOSER, L. E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (Ed.). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 1-19.
- MOSER, L. E. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. In: HOVELAND, C. S. **Crop quality storage and utilization**. Madison: ASA/CSSA, 1980. p. 227- 260.
- MUCK, R. E. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. II. Fermentation products and hydrolysis. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 33, n. 2, p. 373-381, 1990. DOI: 10.13031/2013.31340.
- MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 753-762.
- PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; CHIZZOTTI, F. H. M. Potencial do gênero *Medicago* para produção de ruminantes: realidades e perspectivas. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P.; BERNARDES, T. F. (Ed.). **Volúmosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p. 281-308.
- RAYMOND, F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. 3rd ed. Wharfedale Road Ipswich: Farming Press Limited, 1991. 208 p.
- REES, D. V. H. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 27, n. 6, p. 469-479, Nov. 1982. DOI: 10.1016/0021-8634(82)90085-3.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Aditivos para a produção de feno. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 109-152.
- ROTZ, C. A. Field curing of forages. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (Eds.). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 39-66.
- ROTZ, C. A. Mechanization: planning and selection of equipment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 763-768.
- UDÉN, P. The effect of grinding and pelleting hay on digestibility, fermentation rate, digesta passage and rumen and faecal particle size in cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 19, n. 1-2, p. 145-157, Jan. 1988. DOI: 10.1016/0377-8401(88)90063-6.

CAPÍTULO 13. ALFAFA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITE

Duarte Vilela, Eduardo Alberto Comeron e André Brugnara Soares

A produção mundial de leite se aproxima de 831 milhões de toneladas em 2017, aumento de 1,4% em relação ao ano anterior, devendo expandir na Ásia e, principalmente, nas Américas, estagnar na Europa e África e diminuir na Oceania (OCDE-FAO, 2016). Com a demanda caminhando para um trilhão de litros na próxima década, a América Latina poderá contribuir com boa parte deste volume, tendo em vista que o aumento da produção de leite ocorrerá, principalmente, nos países em desenvolvimento (INTERNATIONAL FARM COMPARISON NETWORK, 2014).

Duas características marcam a pecuária de leite latino-americana: a grande maioria dos países produz leite e não existe um modelo padrão. É grande a diversidade dos sistemas de produção de leite, em alguns, como Argentina, a produção se baseia no uso máximo de pastagens, sendo 60 a 65% da produção em pastagens com aveia (*Avena sativa* L.) e alfafa (*Medicago sativa* L.), suplementadas com silagem de milho ou sorgo e feno de alfafa, com complemento concentrado proteico-energético (farelo de soja e milho). Com algumas variantes, esta dieta é utilizada nas principais bacias leiteiras do País e permite produções de 8 mil kg/lactação de forma sustentável (COMERON; ROMERO, 2017). Com um sistema de produção de baixo custo, tornou-se um País competitivo na atividade, destacando-se como exportador líquido de lácteos (COMERON et al., 2016, DELABY et al., 2016). Por outro lado, os países predominantemente de clima tropical, entre eles o Brasil, que respondem por, aproximadamente, 23% da produção mundial de leite, próximo de 80% das propriedades leiteiras são pequenas e também utilizam o pasto como alimento, mas não são competitivos, sendo, até hoje, importadores de lácteos. Os motivos são muitos, mas a baixa produtividade em sistemas pouco tecnificados, tem grande peso na competitividade destes países. Ao analisar os dados censitários dos sistemas de produção de leite na Argentina, existe uma relação positiva entre a escala de produção e a eficiência produtiva, com o resultado econômico indo na mesma direção.

Aliado a tudo isso e para enfrentar a concorrência externa, os sistemas de produção que se projetam para o futuro próximo, deverão se pautar pela elevada produtividade, independentemente de suas características. Será cada vez mais premente o uso intensivo e racional dos fatores de produção, buscando-se o equilíbrio entre rendimentos biológicos e rentabilidade. Dentro do ambiente econômico de busca da eficiência para competir no mercado, para o produtor ter lucro máximo, deve optar pelo nível de produção ótimo e não mais pela produção máxima.

Diante dessa complexidade, identificar os parâmetros que mais interferem no lucro pode fazer a diferença e ser fundamental à sobrevivência do produtor na atividade. Neste sentido, não há dúvida de que a alimentação tem um peso substancial e sua seleção passa a ser importante. O pasto tem sido, comparativamente, o alimento mais barato e a alfafa, em função de seu potencial produtivo, alta qualidade e capacidade de produzir na maioria dos países latino-americanos, reúne qualificações para se alcançar o nível de produção ótimo e rentável.

13.1 A evolução da produção de leite no Brasil e na América Latina

Nas últimas cinco décadas, a produção de leite no Brasil tem crescido sistematicamente, mesmo nos ambientes de intervenções do governo via planos econômicos, preços controlados, importações e desregulamentação da economia. Os primeiros dados da produção de leite foram registrados pela FAO em 1961, quando o País produziu 5,2 milhões de toneladas (FAO, 2016). Quando se considera toda a série histórica, 1961 a 2015, o crescimento da produção foi linear, sete vezes maior, com acréscimo de 30 milhões de toneladas em 54 anos (VILELA et al, 2017). Mas foi a partir de 1975 que a produção leiteira nacional deu um grande salto quantitativo e qualitativo com a criação da Embrapa em 1973. A abertura de novas fronteiras de produção a Oeste do País, incorporando o cerrado ao sistema produtivo nacional, deu suporte para este aumento, lembrando que a expansão de novas áreas não foi o único e principal fator responsável pelo crescimento da produção, mas sim o aumento da produtividade. De 1974 a 2015, enquanto o preço real do leite recebido pelo produtor nacional caiu 44,3%, a produção de leite aumentou 494%. Essa aparente contradição é explicada pela produtividade, que no mesmo período cresceu 245% (VILELA et al., 2017).

A adoção de tecnologias permitiu que a produtividade leiteira atingisse essa evolução. O aprimoramento da raça, da alimentação, da sanidade e do manejo do rebanho, fez com que o leite brasileiro começasse a ser notícia no cenário internacional. O Brasil já é o quarto maior produtor de leite do mundo e deve ganhar novas posições nas próximas décadas, crescendo mais rapidamente do que seus principais competidores. Entre os vizinhos do Cone Sul, o Brasil é destaque: dois terços da produção do cone sul (52 milhões de toneladas) e mais do que o dobro da produção leiteira da América do Sul (66,2 milhões de toneladas) é brasileira (INTERNATIONAL FARM COMPARISON NETWORK, 2015).

Na Argentina, a produção de leite teve uma evolução diferente entre 1970 a 2016. Em 1991, houve um aumento expressivo do volume de leite produzido (cerca de seis milhões de toneladas), atingindo o recorde de produção de quase 10 milhões toneladas em 2000, mas sendo posteriormente afetada. Na última estimativa anual da produção nacional de leite em 2016, a produção foi de 9,8 milhões toneladas (-12% em relação a 2015), exportando 1,6 milhões toneladas (16% da produção).

Uma característica clara da produção argentina é a sua "ocilação no crescimento variável da produção". Embora desde o início dos anos 90 até o presente momento, tenha sido observado um crescimento acumulado de 80% (equivalente a uma taxa anual média de + 3,5%), as variações ocorridas durante esse mesmo período foram marcantes: + 7%/ano de 91 a 99, -4,5% de 99 a 2003 e de + 4% de 2003 a 2012, terminando atualmente com um valor médio de 2012 a 2015, de + 0,25%/ano, segundo o relatório divulgado em documento interno do INTA (COMERON, 2017), sobre a situação setorial do leite bovino e linhas de ação de pesquisa. Nos últimos anos, um conjunto de fatores afetou recorrentemente a produção de lácteos nas principais bacias leiteiras argentinas, como: preços comprimidos das matérias-primas e produtos lácteos em geral, registros de precipitação em excesso com inundações por longo período, recomposições da base forrageira, aumento do número de fazendas encerrando a atividade leiteira, com limitações na absorção das vacas por outras fazendas leiteiras.

13.2 Produção de leite a pasto

Do ponto-de-vista da alimentação do rebanho, pasto é o mais barato de todos os alimentos (FONTANELLI et al., 2000; VILELA; RESENDE, 2001). Os sistemas de produção de leite a pasto bem manejado necessitam de menores dispêndios com suplementação alimentar e proporcionam maiores retornos econômicos (TUPY et al., 2015). A intensificação da produção de leite em pastagens tropicais resulta em elevadas taxas de lotação, com respostas em produção de leite por área entre 40 a 60 kg de leite/ha/dia sem suplemento (VILELA et al., 1996) e entre 70 a 100 kg de leite/ha/dia com suplemento (VILELA et al., 2005, 2007).

Análises conduzidas no Brasil (VILELA et al., 1996; VILELA; RESENDE, 2001) mostraram que a produção de leite a pasto bem manejado tem sido a mais viável economicamente, apresentando margem de lucratividade próxima a 30%, quando comparada a modelos confinados. Resende et al. (2005) analisando dados de pesquisa conduzida por Vilela et al. (1996), os quais compararam o desempenho de vacas Holandesas (potencial médio de 6.250 kg de leite por lactação) em sistemas confinado e a pasto, mostraram que as margens brutas obtidas em pasto foram superiores em relação ao modelo de produção em confinamento tipo "free-stall". Comprovaram que, mesmo com nível de produtividade menor, a produção de leite em pastagem foi economicamente mais viável. A disponibilidade de forragem abundante e de boa qualidade proporcionou redução de custos, principalmente com silagens e concentrados, itens que têm grande peso no custo de produção.

À semelhança do trabalho conduzido na região Sudeste do Brasil, Fontanelli et al. (2000) nos Estados Unidos, Flórida, compararam sistemas de produção de leite em modelo confinado e em pastagem mista de *Cynodon* e Azevém (*Lolium perenne*). Concluíram que a produção de leite das vacas em confinamento foi 20% maior (29 kg/vaca/dia versus 24 kg/vaca/dia), porém apresentaram custo com alimentação 9% superior. Os dois estudos reforçam a premissa da maior competitividade dos sistemas focados na pastagem e indicam serem estes os modelos que devem predominar futuramente nos principais países produtores e exportadores de leite, destacadamente nas regiões onde há maior preço da terra e da mão de obra. Neste contexto, as fazendas latino-americanas, para se lançarem no mercado internacional de lácteos, precisam ser mais competitivas.

Assim, no futuro, técnicas modernas de nutrição, genética, sanidade e, principalmente, a escolha da forrageira certa a ser utilizada na alimentação do rebanho a pasto, devem estar integradas para otimizar o lucro da atividade leiteira.

A introdução de espécies forrageiras modernas e com grande potencial de resposta ao uso de tecnologias tem sido um fator preponderante para que os sistemas a pasto, tecnicamente menos produtivos, porém com grandes vantagens comparativas, tenham maior lucratividade (RESENDE et al.,2005). O ajuste do manejo da pastagem requer conhecimentos prévios sobre os fatores que afetam a produção de forragem e, por consequência, a produção por área. Portanto, na utilização das pastagens, o conhecimento das características morfológicas e fisiológicas da planta é essencial para se estabelecerem procedimentos adequados de manejo.

Entre os alimentos disponíveis à alimentação de vacas leiteiras, o concentrado tem grande peso no custo de produção de leite e, desta forma, o seu uso deve estar associado à produtividade da vaca e a relação entre preço do leite e do concentrado. Produtividades superiores a 4.500 kg/vaca/lactação é fundamental que se recorra à suplementação com concentrados em pastagens tropicais. O nível e o tipo de proteína, assim como o nível de energia do concentrado, também afetam a produção de leite e, conseqüentemente, o custo de produção. Neste sentido, Vilela et al.(2003) fixaram a quantidade de concentrado e avaliaram se o nível de energia interfere na produção de leite de vacas a pasto em condições tropicais, comprovando que a produção de leite foi superior com concentrado de alto energia, comparativamente ao concentrado normal (23,6 kg/vaca/dia versus 19,7 kg/vaca/dia).

13.3 Produção de leite a pasto de alfafa

Na América Latina há pouco mais de 3,6 milhões de hectares cultivados com alfafa, com destaque para a Argentina, com aproximadamente 3,2 milhões de hectares, Chile, com 170 mil hectares, seguido por Peru e Uruguai com 120 mil e 70 mil hectares, respectivamente (INTERNATIONAL TRADE CENTER, 2017).

No Brasil, a área com alfafa é tímida, próxima a 35 mil hectares, destacando-se na Região Sul pelo valor comercial como feno para abastecer haras, mas pode ser cultivada na maior parte do território nacional, destacando-se pela elevada produtividade, baixa estacionalidade de produção, excelente qualidade da forragem e boa aceitabilidade, com excelente potencial para produção de leite (VILELA et al., 2008). Na Região Sudeste, mais recentemente tem sido utilizada para animais de alto valor genético em sistemas intensivos de produção de leite (Figura 1).



Figura 1. Vacas de alto potencial genético em pastejo de alfafa na região Sudeste do Brasil.
Foto: Waldomiro Barioni Junior

A alfafa apresenta muitas características favoráveis à sua recomendação em sistemas intensivos de produção de leite a pasto, seja fornecida exclusiva ou como complemento de gramíneas tropicais (RODRIGUES et al., 2008; VILELA et al., 1994, 2008). A baixa estacionalidade da produção e o excelente valor nutritivo (alto teor de proteína, baixo teor de fibra e alta digestibilidade), a credenciam para participar da dieta, principalmente, em região tropical pelo equilíbrio nutricional, tendo em vista que os volumosos produzidos nesta região, normalmente apresentam pior qualidade, o que afeta o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal.

Vilela et al. (1994), na Região Sudeste no Brasil, avaliaram dois sistemas de produção de leite de vacas da raça Holandesa com alto potencial de produção: um tendo o pasto de alfafa como único alimento e o outro em confinamento, recebendo dieta completa a base de silagem de milho e concentrado. Pela composição química e a digestibilidade da alfafa utilizada pode-se antever o seu valor nutritivo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do pasto de alfafa em três épocas de avaliação na Região Sudeste do Brasil.

Parâmetro	Período			Média
	abril/Junho	Julho/Setembro	Outubro/Dezembro	
Matéria seca (%)	16,6	20,1	17,4	18,1
Proteína bruta (% MS)	26,1	26,8	24,4	25,9
FDN (% MS)	39,8	35,5	45,0	40,1
DIVMS (% MS)	72,0	72,5	65,2	69,9

Fonte: Vilela et al. (1994).

Os autores concluíram que o pasto de alfafa foi viável como alimento exclusivo para vacas em lactação, suportando 3,0 vacas/ha e proporcionando produção média diária de leite de 20 kg/vaca, sem comprometer o peso vivo e a eficiência reprodutiva dos animais. Além do mais, teve margem bruta melhor e não se observou casos de timpanismo, quando as vacas foram gradualmente acostumadas à pastagem de alfafa.

Prioridades de pesquisa para alfafa no Brasil foram levantadas por Vilela et al.(2008). Concluíram que existem poucos trabalhos de pesquisa em condições tropicais sobre a produção de leite em pastagem de alfafa e estes devem ser incentivados tendo em vista que, praticamente, após dez anos da pesquisa o quadro não se modificou.

Ao revisar uma série de pesquisas sobre a produção de leite a pasto de alfafa (Tabela 2), pode-se comprovar seu potencial como alimento exclusivo (19,1 a 24,7 kg/vaca/dia) ou quando suplementado (23,1 a 35,0 kg/vaca/dia), independentemente do país onde foi conduzida a pesquisa.

Tabela 2. Produção de leite de vacas (kg/vaca/dia) em pastagens de alfafa como alimento único ou não, em alguns países segundo seus autores.

Autor	País	Pasto	Pasto + Suplemento	Tipo de suplemento
Castillo et al. (1993) ¹	Argentina	19,1	26,6	Milho-fubá (6,0 kg/vaca/dia)
Castillo et al.(1992) ¹	Argentina	24,7	28,3	Trigo-farelo (7,0 kg/vaca/dia)
Combs et al. (1991) ¹	USA	-	35,0	Concentrado ³ (14 kg/vaca/dia)
Castillo & Gallardo (1995) ¹	Argentina	-	21,0	Milho – Silagem (45% dieta)
Vilela et al. (1994) ¹	Brasil	23,6	-	Sem suplemento (24 h pastejo)
Comeron et al. (2001) ²	Argentina	20,0	-	Sem suplemento (24 h pastejo)
Rodrigues et al. (2008) ²	Brasil	-	26,0	Com suplemento*(24 h pastejo)
Kuwahara et al.(2014, a, b) ²	Brasil	-	25,0	Com suplemento* (4h pastejo)
Variação		19,1 a 24,7	21,0 a 35,0	

¹ Dados de produção de leite nos primeiros 100 dias de lactação; ² Dados de produção de leite na lactação completa; ³ Concentrado com 21,6% proteína bruta. * Suplemento: Silagem de milho (6,6 kg MS/vaca/dia) + Concentrado (5 kg/vaca/dia).

Considerando as exigências nutricionais de vacas em lactação com potencial superior a 6.000 kg/lactação e a composição química do pasto de alfafa como único alimento, a dieta normalmente apresenta desequilíbrio na relação energia/proteína, sendo necessário neutralizar o excesso de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen. Castillo e Gallardo (1995) indicam que uma concentração ótima de nitrogênio amoniacal no rúmen pode variar de 5 a 25 mg/% de N-NH₃, dependendo das características da dieta. Como os animais em pastagem de alfafa normalmente se encontram com níveis acima dos mencionados, é necessário o suplemento energético durante todo o ano.

Pesquisas conduzidas por Vilela et al. (1994, 1997) na Região Sudeste do Brasil, indicaram que vacas da raça Holandesa, mantidas 24 horas em pastagem de alfafa ou de *coast-cross* (*Cynodon dactylon*), interrompem o pastejo nas horas mais quentes do dia, compensando no final da tarde e durante parte da noite, totalizando 8 horas diárias de pastejo. Com ambas forrageiras, concluíram que este tempo foi suficiente para consumirem nutrientes para permitir produções diárias de 20 kg de leite/vaca, sem suplemento, no caso da alfafa ou com 6 kg de concentrado/vaca/dia, no caso da pastagem de *coast-cross*.

Na mesma região, Netto et al.(2008) mostraram que a utilização do pasto de alfafa por vacas no terço médio da lactação, suplementado diariamente com silagem de milho mais 5,0 kg de concentrado, permitiu média diária de produção de leite de 25 kg. Concluíram que este manejo contribuiu significativamente para reduzir o custo de produção de leite, seja na economia significativa na quantidade diária de concentrado (3,0 kg) e de silagem de milho utilizados para esse nível de

produção. Com base neste trabalho, Vinholis et al. (2008) registraram redução no custo de produção de leite de 9% e 15% para dietas em que a alfafa participou com 20% e 40% da matéria seca da dieta total, respectivamente. Concluíram que as principais vantagens da utilização da alfafa na dieta de vacas leiteiras, foi eliminar ou reduzir o concentrado, dependendo do nível de produção de leite, assim como diminuir o teor proteico do concentrado, dois fatores importantes na composição do custo de alimentação em sistemas intensivos de produção de leite. Acrescenta-se, ainda, a menor dependência na utilização da silagem na época da seca e maior taxa de lotação média anual, com consequência positiva na produção de leite por área. Outro ponto relevante, e que também impacta favoravelmente no custo de produção, foi a eliminação da aplicação de fertilizantes nitrogenados no decorrer do ano (TUPY et al., 2015).

Dando continuidade às linhas de pesquisa com produção de leite a pasto de alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste em São Paulo, Kuwahara et al. (2014a, 2014b) compararam o sistema tradicional de produção de leite, com o sistema a pasto com duração de 1, 2 e 4 horas logo após as ordenhas das 5:00 e 16:00 horas. Em ambos os sistemas as produções médias das vacas foram de 25 kg/dia, recebendo concentrado mais silagem de milho no período da seca e pasto de capim Tanzânia no período das águas. O pastejo por 1 hora foi à tarde e os demais (2 e 4 horas) foram, metade pela manhã e metade à tarde. As margens de lucro, relativas ao sistema tradicional, foram de 2,7; 5,0 e 7,5%, respectivamente, devido, principalmente, ao menor consumo de concentrado, composto principalmente de farelo de soja. A produção de leite e o peso vivo das vacas foram praticamente constantes, não se observando diferenças significativas, independentemente dos sistemas. Os animais ingeriram 2,7; 5,0 e 6,1 kg MS de alfafa proveniente do pasto por 1, 2 e 4 horas, respectivamente.

O sistema preconizado de pastejo em alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste é utilizar a alfafa como parte da dieta de vacas leiteiras, suplementando com silagem de milho e concentrado, no período da seca, e forrageira tropical (capim Tanzânia ou Tobiata) e concentrado, no período das águas. Na época da seca e das águas, o concentrado era distribuído duas vezes ao dia, 40% pela manhã e 60% à tarde e, na seca, acrescentava-se a silagem. Em ambas as estações estes alimentos foram fornecidos após o pastejo em alfafa, objetivando não interferir no consumo desta forrageira. À tarde, após o segundo pastejo em alfafa, os animais ficavam livre para pastejar a forrageira tropical, o que ocorreu, preponderantemente, à noite. Entretanto, na época das águas, o pastejo de alfafa à noite requer muita atenção, porque se chover em excesso, o pisoteio intenso pode prejudicar a coroa da alfafa afetando a sua densidade e persistência. Para animais com produção superior a 6.000 litros de leite/lactação recomenda-se alfafa participando com 30 a 40% da matéria seca consumida (KUWAHARA, 2014a, 2014b).

Os benefícios de se adicionar silagem de milho em uma dieta que tem alfafa como um dos seus componentes principais são: fornece a energia em déficit, equilibra a proteína de alta degradabilidade, que está em excesso e, reduz os propensos casos de timpanismo (RODRIGUES et al., 2008).

Na Argentina, país líder na utilização de alfafa na América Latina, Basigalup e Rossanigo (2007) e Comeron et al (2015), no Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), traçaram perspectivas para esta forrageira e a consideraram singular pelas características favoráveis à produção de leite a pasto. Comeron et al. (2002), avaliando o pastejo com vacas de alta produção, concluíram que não se deve utilizar o pasto de alfafa como alimento exclusivo, quando a produção de leite for superior a 5.000 litros por lactação, em virtude de possível perda de condição corporal com consequências na eficiência reprodutiva.

Para prevenir casos de timpanismo com alfafa, o INTA recomenda a sua desidratação por quatro horas após o seu corte (Figura 2). Essa técnica é recomendada para áreas mais extensas por exigir máquinas apropriadas e por trazer outros benefícios, reduz a perda da forragem durante o consumo e permite um rebrote uniforme da área. Em áreas onde há fezes após o pastejo, os animais não consomem a forragem, mas com o corte antecipado se reduz estas ocorrências (COMERON et al., 2015).



Figura 2. Pastejo de vacas em área de alfafa cortada e enleirada para consumo na Argentina.

Fotos: Eduardo Alberto Comeron (INTA)

Com base em amplas revisões, Vilela (1994, 2001) recomenda a suplementação da pastagem de alfafa de acordo com o nível de produção de leite. Segundo o autor, para vacas com potencial de produção até 6.000 kg por lactação, suplementar apenas com minerais, produções entre 6.000 e 7.500 kg, além da suplementação mineral, deve-se recorrer à suplementação com concentrado, preferencialmente rico em energia e, quando a produção de leite for superior a esta, além destes

suplementos, fornecer um concentrado com proteína de baixa degradabilidade no rúmen, evitando-se os que contêm ureia em sua formulação.

É importante considerar nos sistemas de produção de leite que: 1) os melhores resultados em leite e sólidos são obtidos quando a alfafa constitui parte da dieta; 2) esperam-se produções individuais de 8.000 kg/lactação e com condição corporal normal, com dieta 30:30:10:30 a base de silagem de milho: pasto de alfafa: feno de alfafa; concentrado proteico-energético (milho e grão de soja). Esta dieta tem sido eficiente tanto no Brasil quanto na Argentina para manter vacas com alta produtividade durante todo o ano, tendo em vista que cobre os requerimentos de energia metabolizável (EM), proteína degradável a nível de rúmen (PDR) e proteína não degradável a nível de rúmen (PNDR). Com a fibra proveniente do feno, pode-se alcançar um consumo próximo de 22 kg de matéria seca/vaca/dia, o que é aceitável, embora necessário observar o limite total de fibra (NDF); 3) a alfafa fresca pode trazer problemas como alimento a vacas pelo alto risco de timpanismo e pela elevada concentração de proteína de rápida degradação a nível de rúmen (PDR); 4) o propósito é destacar e valorizar a alfafa em um contexto multiuso e contínuo na dieta de animais geneticamente superiores. A chave para o uso da alfafa a pasto é obter alta eficiência da forragem produzida. Nesse sentido é possível utilizar 85 a 90% da forragem produzida fazendo o pastejo até a altura de 5 cm do solo, mantendo-se a ocupação em parcelas de 1 ou 2 ou 3 dias de ocupação, dependendo do clima e do potencial produtivo do animal.

Pode-se concluir que há várias vantagens na produção de leite a pasto de alfafa, mas duas se destacam. A primeira é relativa ao custo de produção, reduz o requerimento de concentrado e a concentração proteica deste, além de reduzir a necessidade de suplementação com silagens. A segunda se refere ao ambiente, elimina a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados e com isso reduz a probabilidade de contaminação do lençol freático com nitrato, bem como melhora as propriedades químicas (a inoculação da semente de alfafa contribui com 100 kg de N residual para a cultura subsequente), físicas (aeração e drenagem) e biológicas do solo. Em ambos os casos aumenta a lucratividade da atividade leiteira.

Referências

- BASIGALUP, D. H.; ROSSANIGO, R. Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 15-25.
- CASTILLO, A. A.; GALLARDO, M. R. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa con concentrados y forrajes conservados. In: HITANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Editar, 1995. p. 197-204.
- CASTILLO, A. A.; GALLARDO, M. R.; GAGGIOTI, M. C.; QUAINO, O. R. **Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa con afrechillo de trigo**. Rafaela: INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, 1992. 3 p. (INTA. Información del área de investigación en Producción Animal, 104).
- CASTILLO, A. A.; GALLARDO, M. R.; GAGGIOTI, M. C.; QUAINO, O. R. **Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa con grano de maíz molido**. Rafaela: INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, 1993. 5 p. (INTA. Información del área de investigación en Producción Animal, 110).
- COMBS, D.; ALBRESHT, K.; VAUGHAN, K. **Comparison of a rotational grazing system with a confinement-stored forage system for dairy cows**. Madison: University of Wisconsin, Dairy Science Department, 1991. 4 p. (Lisa progress report, 1991).
- COMERON, E. A. **Informe de la situación sectorial de leche bovina y líneas de acción**. [S.l.: s.n.], 2017. Documento interno del Programa Nacional de Producción Animal del Integrador de Leche Bovina del INTA.
- COMERON, E. A.; FERREIRA, R. P.; VILELA, D.; KUVAHARA, F. A.; TUPY, O. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; COMERON, E. A.; BERNARDI, A. C. de C.; KARAM, D. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 131-149.
- COMERON, E. A.; MACIEL, M.; ROMERO, L. A.; CUATRÍN, A. Desempeño productivo y reproductivo de un rodeo lechero Holstein em condiciones de alimentación pastoril. **Revista Argentina de Produção Animal**, v. 21, p. 226, 2001. Suplemento 1.
- COMERON, E. A.; ROMERO, L. A.; ARONNA, M. S.; CHARLON, V.; QUAINO, O. A.; VITULICH, C. Respuesta productiva de vacas de raza Jersey y Holando sometidas a dos sistemas de alimentación: producción y composición química de la leche. **Revista Argentina de Produção Animal**, v. 22, p. 41, 2002. Suplemento.
- COMERON, E.; ROMERO, L.; VERA, M.; VILLAR EZCURRA, J.; MACIEL, M.; CHARLÓN, V.; TIERI, M. P.; SALADO, E. Algunas consideraciones sobre la evolución del proceso de intensificación de la lechería argentina y los aportes del Inta. **Información Técnica de Producción Animal**, ano 4, n. 2, p. 1-3, Nov. 2016. (Publicación miscelánea).
- COMERON, E. A.; ROMERO, L. A. La utilización de pasturas de alfalfa en los sistemas lecheros intensificados. **Información Técnica de Producción Animal**, ano 4, n. 2, p. 5-16, Sept. 2017. (Publicación miscelánea).
- DELABY, L.; PAVIE, J.; MCCARTHY, B.; COMERON, E. A.; PEYRAUD, J. L. Les legumineuses à l'élevage de demain. **Journées AFPP Paris**, v. 226, p. 77-86, Mars 2016.
- FAO. **Faostat**: statistics division, trade, download data, crops and livestock products. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E>>. Acesso em: 8 nov. 2016.

FONTANELLI, R. S.; SOLLENBERGER, L. E.; STAPLES, C. R. **Dairy cow performance pasture-based feeding systems and in confinement**. Gainesville: University of Florida, Agronomy Department, 2000. 23 p.

INTERNATIONAL FARM COMPARISON NETWORK. **World dairy map 2014**. Kiel: IFCN, 2014. Disponível em: <<http://www.ifcndairy.org/en/start/index.php>>. Acesso em: 1 jul. 2014.

INTERNATIONAL TRADE CENTER. **Current job openings**. 2017. Disponível em: <<http://legacy.intracen.org/>>. Acesso em: 1 jul. 2017.

KUWAHARA, F. A.; FERREIRA, R. P.; TUPY, O.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; MOREIRA, A. L.; AMBIEL, A. C. Performance of dairy cows under grazing alfalfa: nutritional management for the summer season. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014a. 1 CD-ROM.

KUWAHARA, F. A.; FERREIRA, R. P.; TUPY, O.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; MOREIRA, A. L.; AMBIEL, A. C. Performance of dairy cows under grazing alfalfa: nutritional management for the winter season. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014b. 1 CD-ROM.

OCDE-FAO Agricultural Outlook 2015-2024. Rome: FAO, 2016. DOI: 10.1787/agr_outlook-2015-en.

PERES NETTO, D.; RODRIGUES, A. de A.; VINHOLIS, M. de M. B.; FERREIRA, R. de P.; NOGUEIRA, P. C.; CAMARGO, A. C. de; WECHSLER, F. S. Alfafa em pastejo como parte da dieta de vacas leiteiras: composição do leite e avaliação econômica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Ed. da UFPA, 2008. 1 CD ROM.

RESENDE, J. C.; STOCK, L. A.; VILELA, D. Potencial econômico da produção de leite em pastagens de *Cynodon*. In: VILELA, D.; RESENDE, J. C. de; LIMA, J. (Ed.). **Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 226-251.

RODRIGUES, A. de A.; COMERÓN, E. A.; VILELA, D. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 345-378.

TUPY, O.; FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; ESTEVES, S. N.; KUWAHARA, F. A.; ALVES, E. Viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, n. 2, p. 102-116, abr./maio/jun. 2015.

VILELA, D. Potencialidade do pasto de alfafa (*Medicago sativa* L.) para produção de leite. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRA DA ALFAFA (*Medicago Sativa* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 205-217.

VILELA, D. Produção de leite em pastagem de alfafa. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 211, p. 38-43, 2001.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; CAMPOS, O. F. de; RESENDE, J. C. Produção de leite de vacas holandesas em confinamento ou em pastagem de *coast-cross*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1228-1244, 1997.

VILELA, D.; CÓSER, A. C.; PIRES, M. F. A.; MALDONADO, H. V.; CAMPOS, O. F.; LIZIEIRE, R. S.; RESENDE, J. C.; MARTINS, C. E. Comparação de um sistema de pastejo rotativo em alfafa com um sistema de confinamento para vacas de leite. **Archivo Latinoamericano de producción animal**, v. 2, n. 1, p. 69-84, 1994.

VILELA, D.; FERREIRA, A. M.; RESENDE, J. C.; LIMA, J. A.; VERNEQUE, R. S. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça holandesa em pastagem de *coast-cross*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 443-450, 2007.

VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; RODRIGUES, A. A.; RASSINI, J. B.; TUPY, O. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. G. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 441-455.

VILELA, D.; MATOS, L. L.; ALVIM, M. J.; MATIOLLI, J. B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de *coast-cross* (*Cynodon dactylon* L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1243-1249, 2003. DOI: 10.1590/S0102-09352007000200026.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de. Custo de produção de leite segundo o sistema de produção a pasto ou confinado. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá-PR. **Anais...** Maringá: Ed. da UEM, Departamento de Zootecnia, 2001. p. 218-241.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de; LEITE, J. L. B.; ALVES, E. R. de A. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, n. 1, p. 5-24, jan./fev./mar. 2017.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de; LIMA, J. A. (Ed.). **Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 251 p.

VINHOLIS, M. M. B.; ZEN, S.; BEDUSCHI, G.; SAMENTO, P. H. L. Análise econômica de utilização de alfafa em sistemas de produção de leite. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 411-434.

CAPÍTULO 14. ALFAFA NA ALIMENTAÇÃO DE GADO DE CORTE

Mariano Alende e Laura Maria Celia Fontana

A criação de gado de corte sob pastejo depende, em grande parte, da capacidade de assegurar bom ganho de peso ao longo do tempo, reduzir a idade de abate e acelerar a saída dos animais para o abatedouro em prazos relativamente curtos. Em geral, sistema de produção eficiente não deve registrar ganhos de peso inferiores a 600 g/dia (BALL et al., 2007).

De 12 a 18 meses é o tempo de abate desejável para garantir um produto de qualidade proveniente de animais jovens. Naturalmente, os ganhos de peso e o tempo para o abate dependem da raça utilizada, das forrageiras que participam da dieta e da utilização de suplementos (BALL et al., 2007).

Por sua alta produção e qualidade forrageira (elevada digestibilidade e alto teor de proteína bruta), a alfafa é ideal para a produção de carne, em particular para as categorias em crescimento destinadas ao abate, que são aquelas com maior exigência nutricional. Quando manejados com carga animal adequada pastos de alfafa, puros ou consorciados com outras espécies, geram lucratividade à atividade (KLOSTER; ZANIBONI, 2007). Na medida em que não haja limitações para o consumo de matéria seca, a alfafa é capaz de satisfazer as exigências nutricionais de novilhos, novilhas e vitelos para alcançar o nível máximo de produtividade (NUTRIENT..., 1996). Na Tabela 1 observam-se dados médios de qualidade da forragem da alfafa em seis cultivos, ao longo de três anos e em cinco momentos de corte (ABDELHADI; CAGIANO, 2002). Embora as análises indiquem adequada qualidade da forragem ao longo de todo o ano, podem ocorrer situações sazonais, particularmente no outono, em que é necessário aumentar a oferta de energia ou de matéria seca por meio de suplementação energética. Normalmente utilizam-se grãos para suplementação de alfafa e, em menor escala, fenos e silagens.

Tabela 1. Qualidade nutritiva de seis cultivos de alfafa, em três anos de pastejo¹.

	PB	CHS	FDN	DIVMS
Primavera	17,3	7,6	42,3	66,6
Início do verão	15,0	5,3	44,5	64,0
Fim do verão	19,0	7,1	35,1	71,5
Início do outono	17,8	6,0	32,5	70,4
Fim do outono	20,7	8,8	35,7	74,5

¹PB: Proteína bruta; CHS: carboidrato solúvel; FDN: Fibra insolúvel em detergente neutro; DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Fonte: Abdelhadi e Cangiano (2002).

14.1 Utilização de alfafa sob pastejo para a produção de carne bovina

Diferentemente de outros países, na América Latina utiliza-se pastejo direto em alfafa para produção de carne (KLOSTER; ZANIBONI, 2007). Pecuária de corte deve ser de baixo custo de produção para ser competitivo e o pastejo direto é a melhor alternativa para reduzir gastos (ANDRADE et al., 2015).

A alfafa, por sua forma de crescimento e fisiologia, é uma espécie que tolera pastejos intensos, mas não frequentes. A intensidade está relacionada à proporção de forragem remanescente, à frequência e ao número de dias transcorridos entre cortes ou pastejos sucessivos. Ela não tolera o pastejo contínuo, sendo preferível o pastejo rotativo, já que a desfolha contínua, sem períodos de descanso, pode levar ao esgotamento das reservas da planta e à sua morte (CANGIANO, 2002; ROMERO et al., 1995a). A alfafa possui raiz profunda e pivotante que lhe serve, junto com a coroa, como órgão de reserva de energia. Em seguida a um corte ou pastejo, a planta tem poucas folhas remanescentes, utilizando as reservas da raiz para impulsionar o crescimento de folhas novas, sem depender da área foliar remanescente para realizar a fotossíntese. Se a planta for pastejada ou cortada com muita frequência, antes que essas reservas de energia se recuperem completamente, ela será obrigada a fazer uso de suas escassas reservas novamente, situação que conduzirá a uma diminuição no stand das plantas e redução da produtividade. A Figura 1 mostra a evolução da cobertura e, indiretamente, do stand das plantas, em pastejos de alfafa submetidos a pastejo contínuo e a pastejo rotativo (BARIGGI et al., 1979). O gráfico ilustra, claramente, as vantagens do pastejo rotativo para a persistência e produtividade do alfafal.

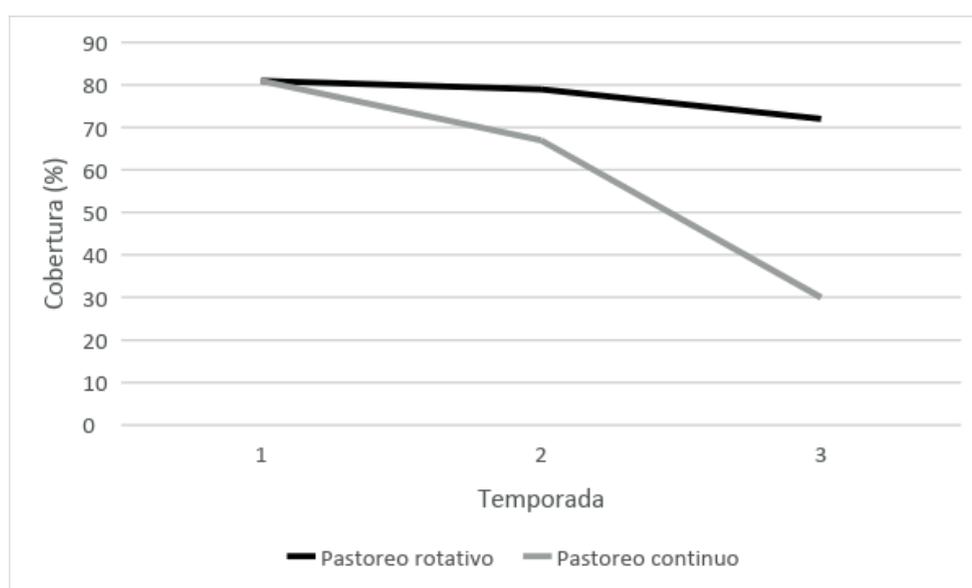


Figura 1. Porcentagem de cobertura registrada nos pastos de alfafa submetidos a pastejo rotativo ou contínuo ao longo de três temporadas de pastejo. Fonte: Adaptada de Bariggi et al. (1979).

Em termos práticos, para facilitar a tomada de decisões, a frequência da desfolha pode ser definida de duas maneiras: a) em intervalos fixos ou b) observando-se o estágio de maturidade da planta. O importante é assegurar uma completa recuperação das reservas radiculares antes que se inicie um novo pastejo. Como regra prática, considera-se que, quando a planta tem cerca de 20 cm de altura, já desenvolveu suficiente superfície foliar para atender ao crescimento subsequente e para repor as reservas da raiz. Se a decisão for por pastejos em intervalos fixos, recomenda-se um período de descanso de pelo menos 35 dias entre pastejos - ainda que esse tempo possa variar dependendo da época do ano e da velocidade de crescimento da forragem. O tempo de pastejo de cada parcela pode ser variável, entretanto períodos muito longos permitem aos animais pastejar os brotos das plantas, causando o esgotamento das reservas de carboidrato do sistema radicular e, conseqüentemente, redução do stand. Devido a esses fatores, esquemas que oscilam entre 6 e 12 dias de pastejo, com 35 a 42 dias de descanso entre pastejos sucessivos, são os mais utilizados. Se o tempo de descanso for observando o estágio fisiológico das plantas, recomenda-se não iniciar o pastejo até a floração. Em geral, inicia-se o pastejo quando a brotação basal atinge altura de 3 a 5 cm, ou quando aproximadamente 10% das plantas estejam em floração, já que nesse estágio obtém-se melhor equilíbrio entre a qualidade e a produção da forragem (KLOSTER; ZANIBONI, 2007; ROMERO et al., 1995a). Em geral, prolongar os períodos de descanso para além do início da floração levará a uma perda de qualidade da forragem e um aumento da proporção de talos (MADDALONI; SOLÁ, 1985). Isso afetará o desempenho dos animais, reduzindo os ganhos de peso.

Em relação à duração dos períodos de pastejo, dados de pesquisa obtidos nas estações experimentais do INTA, na Argentina, indicam que intervalos de 6 a 12 dias são os que asseguram melhores ganhos de peso e maior persistência da pastagem. Romero et al. (1995b) observaram que tempos de pastejo muito breves (três dias) ou muito longos (18 dias) ocasionavam perdas no stand das plantas e menor produtividade da forragem. A explicação para isto é de que em pastejos de longa duração (18 dias), o animal seleciona e consome os rebrotes basais da forragem, levando ao esgotamento das reservas da raiz. Dentro dos períodos de pastejo recomendados, a maioria das evidências indica que durações mais breves ou mais longas não teriam grande impacto nos ganhos diários dos animais. Fontana et al. (2017), trabalhando na região do semiárido pampeano da Argentina, não encontraram diferenças no ganho de peso diário ao compararem durações de pastejo de três e sete dias. Resultados semelhantes foram relatados na região dos pampas úmidos, comparando durações de dois e sete dias, ainda que, nesse caso, os autores tenham detectado um aumento na produtividade de matéria seca no pastejo de dois dias (+ 12,3%). Isso permitiu aumentar proporcionalmente a carga, levando a um aumento na produtividade animal, expresso em quilos de carne por hectare (Kloster et al., 2003). Entretanto, pastejos curtos implicam em aumento da mão de obra, elevando os custos de produção, não compensando os ganhos.

Dois fatores que têm grande incidência sobre a produtividade de carne em situações de pastejo são: a) a carga animal (cabeças/ha⁻¹ ou kg PV/ha⁻¹); b) a oferta de forragem, definida como a quantidade de forragem diária ofertada a cada animal, que é expressa em termos absolutos (kg MS/cabeça⁻¹) ou porcentagem de peso vivo (kg MS/100 kg PV⁻¹). Naturalmente, a carga animal é um parâmetro menos preciso, já que não contempla a disponibilidade de forragem. Aceita-se que, à medida que a carga animal aumenta, a produtividade individual é reduzida e a produtividade total por hectare aumenta, até chegar a um ponto em que, devido ao aumento contínuo da carga, ambas serão reduzidas drasticamente (MOTT, 1960). A explicação para isso é que, com cargas animais baixas, os animais não têm limites para o consumo ao mesmo tempo que podem selecionar as frações de forragem de melhor qualidade. Como aspecto negativo, a eficiência de colheita da forragem diminui e este subaproveitamento traduz-se em uma baixa produtividade por hectare. Por outro lado, com cargas mais ajustadas, os animais selecionam menos, ingerindo uma maior proporção de talos, o que reduz a qualidade nutricional da dieta ingerida. A eficiência da colheita aumenta, mas podem ocorrer situações em que os animais não são capazes de satisfazer todo o seu potencial de consumo de matéria seca. Ustarroz e Brunetti (1984) mostraram que os ganhos de peso individuais diminuíram linearmente com o aumento da carga animal, enquanto a produção de carne por hectare aumentou até um limite de 6,5 cabeças/ha. Por outro lado, cargas instantâneas muito altas podem levar à perda de plantas e afetar algumas propriedades físicas do solo, devido à alta pressão de pastejo (KLOSTER; ZANIBONI, 2007).

Em relação ao impacto da oferta de forragem, a produção individual aumenta à medida em que a disponibilidade de forragem se eleva (SOLLENBERGER; VANZANT, 2011). Entretanto, Ustarroz et al. (1997) notaram que a resposta a ofertas crescentes varia de acordo com a estação do ano. No início da primavera, com forragem abundante e de maior qualidade, os animais são capazes de obter energia suficiente mesmo com ofertas baixas, concluindo-se que os ganhos individuais tornam-se mais independentes da quantidade de forragem oferecida. No verão, por outro lado, as pastagens perdem a qualidade rapidamente, por isso, para obter maiores ganhos individuais, é necessário ofertar maior quantidade de forragem por animal.

Ofertas de forragem mais baixas ou cargas animais mais altas aumentam a eficiência da colheita de forragem, ainda que diminuam a capacidade dos bovinos para selecionar os estratos mais digestíveis (folhas), obrigando-os a aumentar a ingestão de frações menos digestíveis (talos). Nesses casos, ainda que seja possível observar um aumento na produtividade total por hectare, verificaram-se quedas nos ganhos individuais. O mais importante, nesses casos, é observar que menores ganhos individuais aumentam o tempo necessário para o abate, podendo afetar a lucratividade (KLOSTER et al., 2003).

14.2 Utilização de alfafa em consórcio com gramíneas

A utilização de alfafa em consórcios com gramíneas possui vantagens que devem ser levadas em consideração. A fixação biológica de nitrogênio aportada pela alfafa como leguminosa é combinada aos efeitos positivos das gramíneas, que elevam o nível de matéria orgânica no solo e melhoram a sua estrutura física (KLOSTER; ZANIBONI, 2007). Além disso, o consórcio com gramíneas reduz o risco de timpanismo, sempre possível em pastejo exclusivo com alfafa. A seleção correta da espécie a ser consorciada pode elevar a oferta de forragem em períodos de baixa produção sazonal da alfafa. Bruno et al. (1987) compararam a produção de alfafa exclusiva com alfafa consorciada com *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*. Ao longo de quatro anos, em todos os tratamentos, alfafa consorciada produziu mais forragem que a alfafa exclusiva, particularmente durante o terceiro e quarto anos, destacando-se o consórcio com *Festuca arundinacea*. A alfafa consorciada mostrou produtividade superior em relação à alfafa exclusiva especialmente durante o outono e o inverno, mostrando, também, maior capacidade para competir com plantas daninhas.

O maior desafio do consórcio de alfafa com gramíneas é conseguir um manejo que contemple as necessidades fisiológicas de crescimento de todas as espécies envolvidas. Por exemplo, consórcio de alfafa com festuca pode converter-se em poucos anos em uma pastagem pura de festuca, se for aplicado o pastejo contínuo, ou em uma pastagem pura de alfafa, se forem aplicadas altas intensidades de desfolha, não deixando área foliar remanescente para a rebrota da festuca (ROMERO et al., 1995a).

14.3 Suplementação da alfafa

Entende-se por suplementação a prática por meio da qual ministra-se uma fonte adicional de nutrientes a animais cuja dieta base procede do pastejo direto de forragens. No caso da alfafa, a suplementação é feita fundamentalmente com fontes de energia, principalmente grãos, ainda que haja também experiências de suplementação com silagens e fenos (LATIMORI; KLOSTER, 1997). A suplementação com fontes proteicas seria desnecessária, já que o teor de proteína bruta da alfafa é elevado (Tabela 1).

Como em todas as forragens consumidas em pastejo, o desempenho animal depende do equilíbrio entre a disponibilidade de forragem (kg MS/animal^{-1} ou kg MS/kg PV^{-1}) e a qualidade da forragem, com a disponibilidade de forragem sendo geralmente a variável mais importante (SOLLENBERGER; VANZANT, 2011). O aumento diário de peso vivo cresce linear ou exponencialmente à medida que aumenta a disponibilidade de forragem (HERNÁNDEZ GARAY et al., 2004). Do mesmo modo, os efeitos da suplementação variarão de acordo com a quantidade e a qualidade da forragem, o tipo e a quantidade de suplemento ministrado e o tipo de animal considerado (biótipo ou raça).

Obtém-se a melhor eficiência de conversão do suplemento quando a qualidade da forragem é baixa ou quando a quantidade de forragem é limitante para o consumo, como ocorre quando a pressão de pastejo é muito alta, obrigando os animais a ingerir forragem de qualidade inferior (LATIMORI; KLOSTER, 1997). Por outro lado, quando não há limitações de qualidade ou quantidade, é provável que os efeitos individuais da suplementação não sejam observados, mas a receptividade da pastagem aumentará, permitindo aumentar a carga animal (LATIMORI; KLOSTER, 1997).

A alfafa caracteriza-se por apresentar baixo conteúdo de carboidratos solúveis e um alto conteúdo de proteína solúvel. Essa situação fica ainda mais acentuada no outono (ABDELHADI; CANGIANO, 2002), quanto os rebrotes de alfafa costumam apresentar baixa produtividade e um desequilíbrio entre carboidratos e proteína solúveis. Nessas circunstâncias, os ganhos diários de peso costumam ser menores que o esperado e o efeito da suplementação costuma ser corretivo (LATIMORI; KLOSTER, 1997). As explicações são variadas. Por um lado, considera-se que a alta umidade da forragem leva a uma ingestão de matéria seca total menor em relação ao que os animais podem chegar a consumir. Também é possível que o desequilíbrio entre carboidratos e proteínas solúveis gere elevadas concentrações de amônia no rúmen (REARTE et al., 1989), resultando em consequências metabólicas negativas, devido aos processos de destoxificação. Nesses casos, a suplementação com grãos, fenos ou silagens dilui a ingestão de proteína solúvel, aumentando o consumo de matéria seca e melhorando o desempenho individual e a produtividade por hectare.

Latimori et al. (1995) analisaram os resultados de quatro anos de suplementação de alfafa no outono com grãos de sorgo ou milho a 0,7% PV e obtiveram ganhos de peso individual de 250 g/d⁻¹ em relação ao tratamento controle. Em pastagens com baixa oferta de alfafa (1,6 kg MS/100 kg PV⁻¹), Kloster et al. (2004) fizeram a suplementação com dois níveis de grão de milho (0,5 e 1 kg/100 kg PV⁻¹) e dois níveis de silagem de milho (0,7 e 1,4 % PV). Em todos os casos, observaram uma resposta positiva no ganho de peso proporcionalmente à suplementação. Neste experimento, em que a alfafa tinha 21-22% de MS e baixo teor FDN (35-38%), a suplementação com milho resultou em melhorias no ganho de peso de 38 e 52% para suplementações com grão a 0,5 e 1 kg/100 kg PV⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a suplementação com silagem de milho também produziu uma resposta individual de 28 a 40% no aumento diário de peso vivo, com níveis de silagem de 0,7 e 1,4 kg/100 kg PV⁻¹, respectivamente. Nos casos de oferta limitada de forragem, a substituição costuma ser baixa e a suplementação gera um efeito aditivo, aumentando as respostas individuais, inclusive quando se suplementa com fontes de qualidade moderada, como as silagens. Em condições de alta disponibilidade de feno de alfafa, Elizalde et al. (1999) registraram diminuição linear do consumo de forragem e um aumento linear do consumo total de matéria orgânica quando o nível de suplementação com milho passou de 0,4% a 1,2 % do peso vivo. Por outro lado, os autores não detectaram efeitos

do nível de suplementação com milho triturado (0,4 a 1,2 % do peso vivo) sobre a digestibilidade da fibra da alfafa.

Ainda que as informações a respeito da suplementação com alfafa no pastejo sejam escassas para o gado de corte, a composição química da alfafa faz com que a suplementação com fontes energéticas seja uma opção viável, especialmente no outono ou quando há pouca disponibilidade de forragem. Por outro lado, silagens e fenos também foram utilizados com sucesso e, nesses casos, é sempre fundamental assegurar-se de que a fonte da forragem conservada a ser utilizada é de boa qualidade (ABDELHADI; CANGIANO, 2002).

14.4 Qualidade da carne de animais abatidos sob pastejo de alfafa

Nos últimos anos, nos países ocidentais, cresceu a preocupação com a ingestão excessiva de gorduras saturadas em relação a gorduras insaturadas, e de ácidos graxos ômega-6 em relação a ômega-3 (relação n-6/n-3) (WILLIAMS, 2000). Esse é considerado um fator de risco para o surgimento de doenças coronárias, câncer e outros transtornos da saúde (RUSSO, 2009). Por esse motivo, o perfil de ácidos graxos da carne adquire uma importância crescente para os consumidores. O perfil de ácidos graxos é afetado pela dieta ingerida, já que os animais alimentados com forragem são os que apresentam os perfis de ácidos graxos mais saudáveis (PORDOMINGO et al., 2012, VOLPI-LAGRECA et al., 2013).

Na alfafa o ácido graxo predominante é o ácido linolênico C18:3 n-3 (>50%) e o somatório dos ácidos graxos linolênico, palmítico (C16:0) e linoleico (C18:2 n-6) representa cerca de 90-95% dos ácidos graxos totais (GARCIA et al., 2016). As diferenças no perfil de ácidos graxos da alfafa em relação às demais espécies forrageiras são pequenas. Menores conteúdos relativos de ácido linolênico e maiores conteúdos relativos de ácido linoleico e palmítico nas leguminosas em relação a gramíneas foram relatados por Clapham et al. (2005). Schmidt et al. (2013) determinaram, para a alfafa, valores de 54,84% de ácido linolênico, 18,19% de ácido palmítico e 17,37% de ácido linoleico. Segundo esses autores, a alfafa possui conteúdos de C18:3 similares aos do feijão fradinho (*Vigna unguiculata*) e da grama bermuda (*Cynodon dactylon*), mas mais baixos que os do milheto (*Pennisetum glaucum*) e da chicória (*Cichorium intybus*). Wright et al. (2015) relataram conteúdos de 45 % de ácido linoleico, notoriamente mais baixos que os encontrados na soja, festuca (*Festuca arundinacea*) e sorgo sudão (*Sorghum x drummondii*). Por outro lado, a alfafa mostrava níveis mais altos de ácido palmítico e linoleico em comparação às outras forragens.

Naturalmente, o rúmen representa uma enorme barreira na qual a ampla maioria dos ácidos graxos sofrem uma hidrogenação completa, incorporando-se a ligações duplas de conformação *trans* durante o processo (LEE; JENKINS, 2011). Algumas dessas ligações duplas *trans* escapam do rúmen, permitindo a aparição de tipos de ácido linoleico conjugado, sobre os quais já foram relatados efeitos positivos para a saúde humana.

Pordomingo et al. (2009) determinaram o perfil de ácidos graxos, assim como a proporção dos diferentes grupos (ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados n-6, poliinsaturados n-3), em novilhas de diferentes raças, abatidas sob consumo de alfafa depois de um período de pastejo ininterrupto de 182 dias. A carne desses animais mostrou uma baixa relação n-6/n-3 (1,54), considerada dentro da faixa dos alimentos saudáveis (HODSON et al., 2001; KANG et al., 2005). Cabe esclarecer que o perfil de ácidos graxos obtido em animais abatidos sob pastejo de alfafa não difere do obtido em abates com base em outras forragens frescas consumidas em pastejo, sejam gramíneas ou leguminosas (WRIGHT et al., 2015). No entanto, é muito diferente do perfil obtido em abates em confinamento, já que a alfafa possui níveis mais altos de ácidos graxos n-3, relações n-6/n-3 mais baixas e relações ácidos graxos poliinsaturados/ ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) mais altas, além de valores mais altos de ácido linoléico conjugado, todos parâmetros compatíveis com uma dieta mais saudável.

Em relação às características físicas e sensoriais da carne de animais que pastejam alfafa, Schmidt et al. (2013) compararam o valor de marmoreio e a cor da carne produzida com alfafa em relação a outras espécies (chicória, grama da bermuda, milho e feijão fradinho) e não detectaram diferenças. Não obstante, os autores notaram que a alfafa produzia carnes com maior maciez e que, ao ser oferecida a consumidores, a carne de animais abatidos sob pastejo de alfafa recebeu as melhores notas em relação às características sensoriais, sendo a preferida. Outros autores (Wright et al., 2015) não confirmaram essas diferenças quando compararam carne oriunda de pastejo com gramíneas em relação à alfafa e feijão fradinho.

Não foram observadas diferenças na porcentagem de lipídios e de proteínas e na composição mineral da carne de novilhos abatidos sob pastejo utilizando as espécie forrageiras mencionadas (SCHMIDT et al., 2013; WRIGHT et al., 2015).

Referências

- ABDELHADI, L. O.; CANGIANO, C. A. Suplementación en pastoreo. In: CANGIANO, C. A. (Ed). **Manual de alfalfa**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2002. 1 CD ROM.
- ANDRADE, A. T. de; ROSSI, R. C.; STIVAL, V. P.; OLIVEIRA, E. A. de; SAMPAIO, A. A. M.; ROSA, B. L. Diferentes suplementos na terminação de bovinos Nelore em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* no período da seca. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 2, p. 91-101, 2015. DOI: 10.17523/bia.v72n2p91.
- BALL, D. M., HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. **Southern forages, modern concept for forage crop management**. Georgia: International Plant Nutrition Institute/EEUU, 2007. 323 p.
- BARIGGI, C.; HERNÁNDEZ, R.; ROMERO, N.; ZANELLI, M., CRAGNAZ, A.; ROSSANIGO, R. **Efecto de la frecuencia de corte en primavera y otoño en la longevidad y productividad de la alfalfa en la región pampeana Argentina. I. Contenido de proteína del forraje II. Niveles de carbohidratos disponibles en las raíces**. [S.l.: s.n.], 1979. 83 p. (Documento trabajo, 5). Bs. As. Proyecto PNUD-FAO-INTA Argentina 75/006.
- BRUNO, O. A.; ROMERO, L. A.; FOSSATI, J. L.; QUAINO, O. R. **Evaluación de mezclas simples de alfalfa y gramíneas bajo pastoreo**. In: PRODUCCIÓN de pasturas para engorde y producción de leche. Montevideo: IICA/BID, 1987. p. 121-125.
- CANGIANO, C. A. Manejo de la defoliación. In: CANGIANO, C. A. (Ed.). **Manual de alfalfa**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2002. 1 CD ROM.
- CLAPHAM, W. M.; FOSTER, J. G.; NEEL, J. P. S.; FEDDERS, J. M. Fatty acid composition of traditional and novel forages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 26, p. 10068-10073, Nov. 2005. DOI: 10.1021/jf0517039.
- ELIZALDE, J. C.; MERCHEN, N. R.; FAULKNER, D. B. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch.. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 457-466, Feb. 1999. DOI: 10.2527/1999.772457x.
- FONTANA, L. M. C.; ALENDE, M.; GELID, L.; JOULI, R. Efecto de la duración del período de pastoreo sobre la respuesta productiva de novillos sobre alfalfa (*Medicago sativa L.*). In: CONGRESO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 40., 2017, Córdoba. **Resúmenes...** Buenos Aires: Asociación Argentina de Producción Animal, 2017.
- GARCIA, P. T.; PORDOMINGO, A.; PEREZ, C. D.; RÍOS, M. D.; SANCHO, A. M.; VOLPI LAGRECA, G.; CASAL, J. J. Influence of cultivar and cutting date on the fatty acid composition of forage crops for grazing beef production in Argentina. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 2, p. 235-244, June 2016. DOI: 10.1111/gfs.12167.
- HERNÁNDEZ GARAY, A.; SOLLENBERGER, L. E.; MCDONALD, D. C.; RUEGSEGGER, G. J.; KALMBACHER, R. S.; MISLEVY, P. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, v. 44, n. 4, p. 1348-1354, 2004. DOI: 10.2135/cropsci2004.1348.
- HODSON, L.; SKEAFF, C. M.; CHISHOLM, W.-AH. The effect of replacing dietary saturated fat with polyunsaturated or monounsaturated fat on plasma lipids in free-living young adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 908-915, 2001. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601234.
- KANG, M. J.; SHIN, M. S.; PARK, J. N.; LEE, S. S. The effects of polyunsaturated: saturated fatty acids ratios and peroxidisability index values of dietary fats on serum lipid profiles and hepatic enzyme activities in rats. **British Journal of Nutrition**, v. 94, n. 4, p. 526-532, Oct. 2005. DOI: 10.1079/BJN20051523.

- KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. A.; AMIGONE, A. M. **Efecto del sistema de pastoreo y de la carga sobre la productividad de carne en una pastura base alfalfa**. Marcos Juárez: INTA, 2003. 14 p. (INTA Marcos Juárez. Informe técnico, 129).
- KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. J.; AMIGONE, M. A. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. **RIA**, v. 33, n. 1, p. 101-116, 2004.
- KLOSTER, A. M.; ZANIBONI, C. M. Manejo y utilización de pasturas de alfalfa en producción de carne. In: BASIGALUP, D. (Ed.). **El cultivo de alfalfa en Argentina**. Buenos Aires: INTA Ediciones, 2007. p. 277-301.
- LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M. Suplementación sobre pasturas de calidad. In: LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M. **Invernada bovina en zonas mixtas: claves para una actividad más rentable y eficiente**. Marcos Juárez: INTA, 1997. p. 93-114. (INTA Agro 2 de Córdoba).
- LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; AMIGONE, M.A. **Dos alternativas de suplementación energética en invernada sobre pasturas perennes de alta calidad**. Marcos Juárez: INTA, 1995. (INTA. Informe técnico, 115).
- LEE, Y.-J.; JENKINS, T. C. Biohydrogenation of linolenic acid to stearic acid by the rumen microbial population yields multiple intermediate conjugated diene isomers. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 8, p. 1445-1450, Aug. 2011. DOI: 10.3945/jn.111.138396.
- MADDALONI, J.; SOLÁ, S. **Frecuencia de corte en alfalfa**. Pergamino: INTA, 1985. 12 p. (INTA. Informe técnico, 206).
- MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRES, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Reading: International Grassland Congress, 1960. p. 601-611.
- NUTRIENT requirements of beef cattle. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 232 p.
- PORDOMINGO, A. J.; GARCÍA, T. P.; VOLPI LAGRECA, G. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. *Longissimus* muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. **Meat Science**, v. 90, n. 4, p. 947-955, Apr. 2012. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.11.038.
- PORDOMINGO, A. J.; PORDOMINGO, A. B.; LERNOUD, P.; VOLPI LAGRECA, G.; GARCIA, P. T. Carne de vaquillonas F1, Criollo, Hereford o Shorthorn x Angus, terminadas en pastoreo de alfalfa. 2. perfil de lípidos. In: CONGRESO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 32., 2009, Malargüe. **Resúmenes...** Buenos Aires: Asociación Argentina de Producción Animal, 2009.
- REARTE, D. H.; SANTINI, F. J.; GARCIARENA, A. D.; GONDA, H. L. Ambiente ruminal y cinética de la digestión de dos pasturas estivales. In: CONGRESO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 1989, Mendoza. **Resúmenes...** Buenos Aires: Asociación Argentina de Producción Animal, 1989.
- ROMERO, N. A.; COMERON, E. A.; USTARROZ, E. Crecimiento y utilización de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995a. p. 149-170. (Subprograma Alfalfa. Enciclopedia agro de cuyo, manuales 11).
- ROMERO, N. A.; JUAN, N. A.; CASTELL, C.V.; GONZALEZ, A. D. **Efecto de la duración del período de pastoreo sobre la persistencia y producción de alfalfa con distinto reposo invernal**. Anguil: INTA/EEA, 1995b. (INTA. Publicación técnica, 46).
- RUSSO, G. L. Dietary $n - 6$ and $n - 3$ polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. **Biochemical Pharmacology**, v. 77, n. 6, p. 937-946, Mar. 2009. DOI: 10.1016/j.bcp.2008.10.020.

SCHMIDT, J. R.; MILLER, M. C.; ANDRAE, J. G.; ELLIS, S. E.; DUCKETT, S. K. Effect of summer forage species grazed during finishing on animal performance, carcass quality, and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4451-4461, Sept. 2013. DOI: 10.2527/jas.2012-5405.

SOLLENBERGER, L. E.; VANZANT, E. S. Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. **Crop Science**, v. 51, n. 2, p. 420-432, 2011. DOI: 10.2135/cropsci2010.07.0408.

USTARROZ, E.; BRUNETTI, M. A. Ganancia de peso vivo individual y por hectárea en pasturas de alfalfa con distintos grados de reposo invernal. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 14, p. 93-94, 1984. Suplemento.

USTARROZ, E.; KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; ZANIBONI, C.; MENDEZ, D. Intensificación de la invernada sobre pasturas base alfalfa. 'In: CONGRESO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE, 1., 1997, [s.l.]. **Memorias...** Buenos Aires: [s.n.], 1997. p. 181-202. Disponible em: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/32-intensificacion_de_la_invernada_sobre_alfalfa.pdf>. Acceso em: 10 mar. 2018.

VOLPI-LAGRECA, G.; PORDOMINGO, A. J.; ALENDE, M.; GARCÍA, P. T. Grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos de la carne de novillos con diferentes estrategias de recría o terminación. In: PORDOMINGO, A. (Ed.). **Avances en calidad de carne bovina**. La Pampa: Ediciones INTA, 2013. p. 82-90.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 3, p. 165-180, May/June 2000. DOI: 10.1051/animres:2000116.

WRIGHT, A. M.; ANDRAE, J. G.; FERNANDEZ ROSSO, C.; MILLER, M. C.; PAVAN, E.; BRIDGES, W.; DUCKETT, S. K. Effect of forage type with or without corn supplementation on animal performance, beef fatty acid composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 10, p. 5047-5058, Oct. 2015. DOI: 10.2527/jas.2015-8939.

CAPÍTULO 15. ALFAFA NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS DE LEITE

Raquel Ornelas Marques, Heraldo César Gonçalves e Paulo Roberto de Lima Meirelles

Na caprinocultura, assim como em outros sistemas de produção, a alimentação é um dos fatores de maior importância por responder por 60 a 70% dos custos (GONÇALVES et al., 2008).

O farelo de soja é tradicionalmente o principal ingrediente proteico de rações para a alimentação de cabras leiteiras. No entanto, a sua utilização aumenta consideravelmente o custo de produção do leite podendo, algumas vezes no ano, inviabilizar economicamente a criação por se tratar de commodities. Assim, a inclusão da alfafa, como seu substituto, pode ser uma estratégia para viabilizar a produção de leite em algumas regiões.

A alfafa poder ser fornecida a caprinos de diferentes formas: natural, como verde picado ou inteiro e em pastejo (Figura 1); conservada, como feno, silagem pré-secada ou pellets (Figura 2). Nesse capítulo somente será abordada a sua utilização na forma natural, por ser a de menor custo de produção (PEREIRA; CÓSER, 2016).



Figura 1. Alfafa na forma natural verde: em pastejo (A) e fornecida em cocho (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques.



Figura 2. Alfafa na forma conservada: feno (A), silagem pré-secada (B) e pellets (C).
Foto: Raquel Ornelas Marques.

15.1 Pastejo

O princípio básico para a utilização da alfafa em pastejo é a diminuição nos custos, principalmente nos gastos com equipamentos, combustíveis e mão-de-obra (TUPY et al., 2015).

Os caprinos são extremamente seletivos, por isso caminham muito pela pastagem em busca das partes mais nutritivas das forragens. Por possuírem porte e cabeça pequenos e boca com lábios e língua móveis e ágeis (Figura 3A), desenvolveram grande habilidade para escolher as partes mais ricas dos vegetais, como folhas e brotos e, por consequência, ingerem alimento com maior valor nutritivo (VAN SOEST, 1987). Por outro lado, desperdiça um grande volume de alimento, quando se utiliza pastagens com área extensa, essas perdas podem alcançar mais de 50% (MEDEIROS et al., 1994).

Recomenda-se o pastejo rotacionado, onde os animais exercem pastejo intenso, mas de breve duração, permitindo, dessa forma, a seleção da forragem, sem que ocorra desfolha intensa e acamamento (Figura 3B).



Figura 3. Seletividade no pastejo (A) e área com grande desfolha e acamamento (B).

Foto: Raquel Ornelas Marques.

Nesse método, os animais devem permanecer diariamente no alfafal por períodos de meia a duas horas, não excedendo uma hora por período, evitando, dessa forma, o desperdício de forragem, pois devido às características peculiares de ingestão e grande aceitabilidade da alfafa, os caprinos apresentam rápida ingestão de massa seca. A permanência por maior tempo na pastagem aumentará o risco de acamamento devido ao superpastejo e pelo hábito de escavar, abrindo áreas de terra para deitar (Figura 4).

Segundo Parente et al. (2005), os caprinos pastejam em torno de 10 horas por dia, com dois períodos mais intensos ao nascer e ao pôr-do-sol. Diante disto, os pastejos no alfafal devem ser realizados nas primeiras horas da manhã (entre 7h00 e 9h00) e/ou no final da tarde e início da noite

(entre 17h00 e 19h00). Do ponto de vista nutricional, esse último período é o mais recomendado em virtude do melhor equilíbrio de nutrientes na forragem (BAGGIO et al., 2008).

O pastejo rotacionado pode ser realizado em piquetes com tamanho fixo, planejados de acordo com o tamanho do rebanho, ou em faixas, onde os animais entram em uma área limitada da pastagem (faixa) que varia de acordo com a disponibilidade de forragem e número de animais, cujo tamanho é calculado para fornecer a quantidade de alfafa que os animais necessitam diariamente.



Figura 4. Área pisoteada para descanso (A) e área com falhas na pastagem após pastejo (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques.

Independentemente de o pastejo ser realizado em piquetes com tamanho fixo ou em faixas, por causa do comportamento seletivo dos caprinos, deve ser realizado um manejo de rebaixamento da pastagem a uma altura de 8 a 10 cm, preferencialmente com roçadeira mecânica, permitindo melhor uniformidade, rebrota e recuperação rápida da planta (Figura 5). A forragem resultante pode ser fornecida no cocho para categorias menos exigentes do rebanho, como cabras secas e bodes.

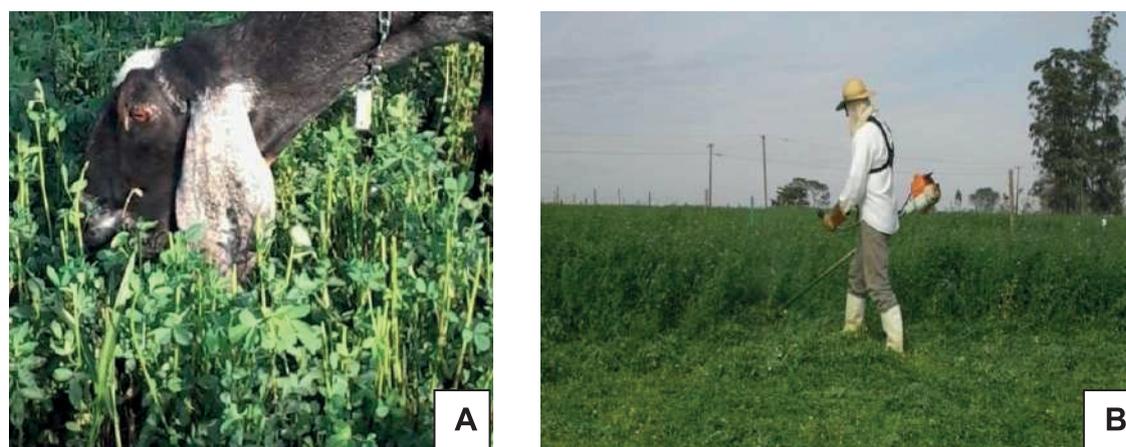


Figura 5. Pasto sem rebaixamento e com grande quantidade de hastes, após a seleção (A) e rebaixamento da pastagem com roçadeira manual mecânica (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques (A); Reinaldo de Paula Ferreira (B).

15.2 Verde inteira ou picada no cocho

A alfafa também pode ser colhida e oferecida aos animais na forma verde picada ou inteira no cocho se no criatório não houver a possibilidade dos animais irem até o alfafal, ou se essa opção facilitar o manejo alimentar do rebanho. Recomenda-se o oferecimento antes dos animais receberem qualquer outro volumoso, seja esse fornecido no cocho ou em pastejo.

A alfafa pode ser oferecida como planta inteira ou grosseiramente picada em partículas de aproximadamente 5 a 10 cm, diminuindo o desperdício durante a seleção e o consumo (Figura 6). Porém, a forragem não deve ser triturada, pois os caprinos têm tendência a rejeitar volumosos extremamente picados, principalmente na forma verde, pelo excesso de umidade (RIBEIRO, 1997).



Figura 6. Alfafa inteira (A) e alfafa grosseiramente picada (B).

Foto: Raquel Ornelas Marques

A utilização de manjedouras com coletor de resíduos também é uma alternativa para fornecer alfafa a caprinos (Figura 7).



Figura 7. Manjedoura com coletor de resíduos.

Foto: Raquel Ornelas Marques.

15.3 Produção e composição do leite

A ingestão de matéria seca é de grande importância, pois reflete a capacidade de consumo do animal e é um dos principais determinantes da produção, considerando que animais com maior capacidade de consumo diário apresentam maior potencial para produção de leite (RESENDE et al., 2007). No caso da alfafa, por ser uma forrageira de alta degradabilidade e digestibilidade, essas características favorecem ainda mais o consumo de matéria seca. Ressalta-se, ainda, que a alfafa apresenta potencial para aumentar o teor de gordura no leite, pois possui fibras longas que permitem que as bactérias ruminais produzam grande quantidade de ácidos graxos voláteis, que são os precursores da gordura no leite.

Na Universidade Estadual Paulista – UNESP, em Botucatu/SP, ao substituir totalmente o farelo de soja do concentrado pela alfafa em pastejo para cabras leiteiras em início de lactação, entre o 30º a 90º dia de lactação, Marques (2015) observou redução no consumo de concentrado e no de capim Tobiata nas cabras que pastejaram alfafa, comparativamente ao tratamento que recebeu apenas capim como volumoso (Tabela 1). Esse menor consumo pode ser explicado pelo consumo compensatório de alfafa que, por apresentar alta aceitabilidade e ser mais rica em nutrientes do que o capim Tobiata proporcionou aos animais atingirem seus requerimentos nutricionais com menor consumo de alimento.

Tabela 1. Médias diárias dos consumos de matéria seca (MS) do concentrado, alfafa e capim Tobiata, em função das dietas.

Variável	Dietas	
	Milho + farelo de soja	Milho + alfafa em pastejo
Consumo MS (kg/cabra/dia)		
Concentrado	1,07 a	0,88 b
Alfafa	-	0,27
Capim Tobiata	0,94 a	0,43 b
Consumo MS total (kg/cabra/dia)	2,01 a	1,58 b

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Marques (2015).

Apesar do menor consumo de matéria seca total dos animais que receberam alfafa em pastejo, não foi observada diferença na produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura da dieta com alfafa (Tabela 2) comparada à convencional, demonstrando que a inclusão da alfafa em pastejo na dieta das cabras não influenciou a produção de leite.

Tabela 2. Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, eficiência alimentar, proporções de gordura e proteína do leite de cabras em função das dietas.

Variável	Dietas	
	Milho + farelo de soja	Milho + alfafa em pastejo
Produção de leite (kg/dia)	2,16	2,05
Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia)	2,40	2,35
Eficiência alimentar (kg de leite produzido / kg de MS consumida)	1,08 b	1,31 a
Gordura (g/kg)	42,60 b	44,00 a
Proteína (g/kg)	32,90	31,80

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. fonte: Marques (2015).

A dieta com a inclusão de alfafa em pastejo apresentou melhor eficiência alimentar em relação à dieta convencional (Tabela 2), ou seja, as cabras apresentaram produção de leite semelhante consumindo menor quantidade de alimento, comprovando que a utilização da alfafa em pastejo diminui os gastos com alimentação, pois além da dieta apresentar um menor custo por kg de matéria seca, as cabras consumiram menor quantidade de alimento, confirmando, assim, a redução nos custos de produção do litro de leite.

O teor de gordura foi superior na dieta com alfafa em pastejo (Tabela 2), provavelmente por causa da melhor relação energia:proteína da dieta que proporcionou um ambiente ruminal favorável à grande produção de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (SANTOS et al., 2001).

A inclusão de alfafa em pastejo não influenciou o teor de proteína do leite quando comparada aos animais que receberam o farelo de soja na dieta (Tabela 2), demonstrando que houve provisão semelhante de aminoácidos para a glândula mamária sintetizar a proteína do leite.

15.4 Custos de produção

Substituindo totalmente o farelo de soja do concentrado pela alfafa em pastejo para cabras em lactação, o custo de produção por litro de leite foi menor e, conseqüentemente, maior renda líquida por litro, em comparação a uma dieta convencional com farelo de soja. Essa redução representou 19,35% nos custos de produção do litro e, em decorrência disto, um aumento de 4,26% na renda líquida por litro de leite (MARQUES, 2015).

O estudo do custo de produção é de suma importância para o sucesso da exploração leiteira, pois a produção de leite pode até não aumentar com a inclusão da alfafa na dieta dos animais, porém se o custo de produção diminuir haverá uma melhor relação custo/benefício, tornando a atividade mais rentável.

Referências

- BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. de F.; SILVA, J. L. S. da; ROCHA, L. M. da; BREMM, C.; SANTOS, D. T. dos; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1912-1918, nov. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001100002.
- GONÇALVES, A. L.; LANA, R. de P.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 366-376, fev. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000200025.
- MARQUES, R. O. **Utilização de pastagem de alfafa e raspa de mandioca na produção de leite de cabras**. 2015. 86 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MEDEIROS, L. P.; GIRÃO, R. N.; GIRÃO, E. S.; PIMENTEL, J. C. M. **Caprinos**: princípios básicos para a sua exploração. 6. ed. Teresina: EMBRAPA-CPAMN; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 177 p. PARENTE, H. N.; SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, D. de J. Habito de pastejo de caprinos da raça Saanen em pastagem de Tifton 85 (*Cynodon ssp*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 12, n. 1, p. 143-155, 2005.
- PEREIRA, A. V.; CÓSER, A. C. **FORAGEIRAS PARA CORTE E PASTEJO**. Brasília, DF: Ageitec 2016. p.219-244. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/R6606n_000fkv0o0eq02wyiv80sq98yq4eeeslu.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- RESENDE, K. T. de; FERNANDES, M. H. M. da R.; TEIXEIRA, I. A. M. de A. Nutrição e alimentação de cabras leiteiras. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFMG, 2., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2007. p.259-276.
- RIBEIRO, S. D. de A. **Caprinocultura**: criação racional de caprinos. São Paulo: Nobel, 1997. 318 p.
- SANTOS, F. L.; LANA, R. de P.; SILVA, M. T. C.; BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1376-1380, jul./ago. 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000500034.
- TUPY, O.; FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; ESTEVES, S. N.; KUWAHARA, F. A.; ALVES, E. R. de A. Viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 24, n. 2, p. 102-116, abr./maio/jun. 2015.
- VAN SOEST, P. J. Interaction of feeding behavior and forage composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 1987. p. 971-987.

CAPÍTULO 16. ALFAFA NA ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS

Cláudio Maluf Haddad

A alfafa é considerada no mundo todo como a forrageira padrão na alimentação de equinos. No Brasil a alfafa é fornecida aos cavalos na forma verde, ceifada diariamente, ou ainda na forma de feno, produzido no próprio criatório ou comprado.

Conhecer as limitações do corte diário e as qualidades nutricionais do feno é condição básica para se elaborar um adequado plano nutricional dos equinos.

16.1 Corte e fornecimento verde

A esmagadora maioria dos haras que possuem alfafal manejam a área para corte e para fornecimento diário da forragem verde. Essa modalidade de fornecimento visa a simplificar operações de manejo do alfafal (por prescindir de conservação posterior) e garantir fornecimento de forragem verde, principalmente para animais estabulados, quer em preparo para exposição, provas ou leilão, quer para melhoria do desempenho reprodutivo de determinadas fêmeas. Nesse último caso, alia-se o uso da luminosidade artificial (em baias) com a presença de fitormônios na alfafa verde, fatores que adiantam o aparecimento do cio e promovem coberturas (fertilização) precoces e conseqüentemente ideais em função do “ano hípico”. No caso do turfe, animais nascidos em agosto e setembro competem com aqueles nascidos em novembro e dezembro. Assim sendo, animais paridos no início do ano hípico são considerados “bem nascidos”, pela vantagem que levam no desenvolvimento.

Para ser corretamente executado o corte diário de um talhão de alfafal, o operador deve estar consciente de que no momento da ceifa a altura de corte deve poupar a brotação basilar (7 – 8 cm). Isso é mais fácil de conseguir com roçadoras manuais mecânicas (a gasolina) do que com o uso do alfanje, e com operadores sem prática anterior do uso do implemento manual.

Cada dia ceifa-se determinada área consoante ao consumo diário dos animais. Não é necessário efetuar corte para cada refeição, pois o material colhido verde pode ser depositado em lugar abrigado e fornecido ao longo do dia. Importante nesse tipo de manejo é assegurar que o material verde seja retirado do campo sem contaminação com terra. Para isso, a irrigação (quando existe) do talhão a ser ceifado deve ser suspensa no dia anterior, ou ser realizada de acordo com a capacidade de retenção de água do solo.

Retirada a massa ceifada, tratos culturais, por exemplo limpeza e adubação, devem ser imediatos ou executados em menor prazo possível. Deve haver atenção especial para o uso de enxadas que potencialmente danificam a coroa da alfafa, contribuindo para a morte de plantas (perda

de estande). Também o fator adubação (reposição de nutrientes exportados) é de fundamental importância, lembrando que o potássio é o elemento retirado em maior escala.

O alfafal para corte verde, a exemplo dessa cultura com outras modalidades de exploração, deve ser vistoriado duas vezes ao dia e ter uma pessoa responsável pelas decisões.

16.2 Utilização do feno

É a modalidade mais utilizada na criação de cavalos, que engloba animais estabulados (hípicas, hipódromos, haras) e animais livres, com fornecimento adicional à pastagem.

Atualmente a esmagadora maioria dos animais alimentados com feno de alfafa tem acesso ao alimento comprado e não produzido nos estabelecimentos. Isso obriga os responsáveis pelo programa nutricional dos animais a saber reconhecer o feno de boa qualidade, armazená-lo corretamente e fornecê-lo em bases nutricionalmente adequadas.

O bom feno de alfafa deve ser seco, esverdeado, sem presença de bolor (fungos), de poeira (esporos) e de material estranho (invasoras que foram fenadas com a planta). Deve apresentar odor característico e maciez ao tato, o que equivale a um produto com alta relação folha:haste e pequena abcisão (queda) de folhas. A queda de folhas é um grande problema no processo de fenação de leguminosas (alfafa inclusa) e isso é minimizado pela secagem (cura) à sombra com ventilação forçada, ou uso de condicionadores pós-ceifa (NUSSIO; MANZANO, 1999).

No processo de armazenagem, o feno deve ser guardado em local seco, abrigado do sol e ventilado. O uso de paletes ou de isolantes da umidade do chão e a ausência de contato com as paredes do fenil são medidas importantes no processo de conservação. Adquirido (ou produzido) o feno, os primeiros dias são críticos na manutenção de seu valor nutritivo.

Mudanças nutricionais são relativamente pequenas no feno bem elaborado. Típicas modificações nos primeiros seis meses de armazenamento incluem decréscimo de 1% a 2% na digestibilidade da matéria seca, pequena variação no teor de proteína bruta e ligeiro acréscimo no teor de fibra. A maior variação ocorre em feno guardado com teor inadequado de água (BUCKMASTER et al., 1989).

Turner et al., (2002) constataram haver aumento na concentração de fibra (fibra em detergente neutro – NDF, fibra em detergente ácido – ADF e lignina) durante os primeiros doze dias de armazenagem, seguido de estabilização no patamar alcançado. Há relação positiva e linear entre concentração dos componentes da fibra (NDF, ADF, hemicelulose e lignina) e medidas de combustão espontânea do feno, tais como temperatura máxima e média de temperatura nos fardos de alfafa (COBLENTZ et al., 1996). Portanto, a “tomada de temperatura” dos fardos estocados é medida obrigatória após elaboração ou aquisição de feno.

16.3 Esquema de fornecimento

A alfafa é considerada o volumoso padrão para eqüinos, devido aos seus altos teores de proteína, de vitaminas A, D, E e K (se fornecida verde ou como feno curado ao sol) e de fibra de alta digestibilidade. Também é rica em lisina, considerada o aminoácido cuja deficiência é a mais limitante para o crescimento de potros. A relação Ca:P situa-se próximo de 6:1. O clássico binômio aveia–alfafa constitui-se em balanceamento quase completo de nutrientes, pois o grão de aveia agrega energia à dieta e sua fibra, também de alta digestibilidade, dificulta o surgimento de distúrbios nutricionais, notadamente cólicas (NUTRIENT..., 1989).

Todavia, o fornecimento de volumosos para eqüinos nunca deve ser realizado misturado ao concentrado. Portanto, para animais estabulados, submetidos a três refeições diárias, o esquema de fornecimento dos componentes da refeição deve ser:

Manhã – a metade da quantidade total de concentrado;

Meio-dia – a outra metade do concentrado e um terço da quantia total de volumoso;

Noite – dois terços do volumoso.

O cavalo tende a ingerir primordialmente o alimento concentrado, que deverá estar à disposição em cocho separado do volumoso.

Deve-se observar o princípio de uma hora, ou seja, alimentar os animais uma hora antes do exercício ou executar o exercício uma hora após a alimentação (CARVALHO; HADDAD, 1987).

No caso de fornecimento da alfafa verde, assegurar limpeza do cocho após a ingestão, pois a umidade da massa favorece o aparecimento de fermentações indesejáveis. No caso do feno, fornecê-lo de forma integral, sem picar ou triturar, podendo-se umedecê-lo na hora do fornecimento, ressaltando as medidas de higiene descritas.

Em alguns estabelecimentos é comum colocar o volumoso no chão da baia, de modo a simular o ato de pastejo pelo cavalo. Não há contra-indicação da medida, mas deve-se assegurar a não-contaminação do produto fornecido. Entretanto, fornecer alfafa no chão do piquete (animais no pasto) aumenta o risco de cólica, devendo-se dar preferência a manjedouras ou cochos especiais (Figura 1).



Figura 1. Modelos de manjedouras.

Foto: Claudio Haddad

Ainda em relação à utilização da alfafa como feno, há a possibilidade de aquisição de *pellets* de alfafa, de cubos e de ração completa peletizada. A fabricação do *pellet* envolve fina moagem da forragem desidratada, que é então prensada na forma de macarrão e seccionada. A temperatura de peletização pode atuar como agente controlador de microrganismos patogênicos, mas implica sempre parcial ou total desnaturação vitamínica.

A forma de fina moagem impede a seleção entre folhas e talos do feno original, mas acelera a passagem da forragem pelo trato gastrintestinal do equino e diminui a digestibilidade. Esse problema é minimizado na utilização dos cubos, porque esses apresentam pedaços maiores de fibra (CARVALHO; HADDAD, 1987).

Tanto o *pellet* como a ração completa peletizada podem levar o equino estabulado a desenvolver vícios, tais como roedura de madeira, inspiração e deglutição de ar e nervosismo. A explicação básica para o desenvolvimento desse comportamento são a ausência de fibra longa, essencial para mastigação correta pelo herbívoro, e a manutenção durante longos períodos de reclusão (estabulação).

Referências

- BUCKMASTER, D. R.; ROTZ, C. A.; MERTENS, D. R. A model of alfalfa hay storage. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 32, n. 1, p. 30-36, 1989. DOI: 10.13031/2013.30958.
- CARVALHO, R. T. L. de; HADDAD, C. M. **A criação e nutrição de cavalos**. 3. ed. São Paulo: Globo, 1987. 180 p.
- COBLENTZ, W. K.; FRITZ, J. O.; BOLSEN, K. K.; COCHRAN, R. C. Quality changes in alfalfa hay during storage in bales. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 873-885, May 1996. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(96)76436-6.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. Valor nutritivo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 16., 1999, Piracicaba. **Alfafa: anais**. Piracicaba: Fealq, 1999. p. 153-174.
- NUTRIENT requirements of horses. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989. 100 p.
- TURNER, J. E.; COBLENTZ, W. K.; SCARBOROUGH, D. A.; COFFEY, K. P.; KELLOGG, D. W.; McBETH, L. J.; RHEIN, R. T. Changes in nutritive value of bermudagrass hay during storage. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 109-117, 2002.

CAPÍTULO 17. ALFAFA NA ALIMENTAÇÃO DE PEQUENOS ANIMAIS

Raquel Ornelas Marques, Heraldo Cesar Gonçalves e Paulo Roberto de Lima Meirelles

Nos últimos anos têm aumentado a procura por animais de pequeno porte, criados como animais de estimação (pets). Até então, cães, gatos, pássaros e peixes faziam parte das espécies mais comuns, no entanto, é crescente a popularidade dos coelhos, pequenos roedores e répteis neste segmento.

A nova escolha pode ser atribuída ao fato destes animais ocuparem pouco espaço físico para a criação; necessitarem de menor atenção e tempo dispendido diariamente com atividades de exercitação e entretenimento, como passeios e brincadeiras; e por apresentarem, em geral, baixo custo de manutenção. Os comportamentos dócil, inteligente e interativo dessas novas espécies aumentam também a sua popularidade entre crianças e adultos.

A criação de animais como pets, exige uma série de cuidados inerentes a cada espécie. A alimentação representa a maior parte dos custos e preocupações por parte dos proprietários, sendo muitas vezes, o fator que mais limita a criação destes, como animais de companhia.

No mercado, existe uma série de alimentos destinados a essa nova classe de pets, podendo ser apresentados na forma de ração peletizada, extrusada, forragens prensadas, mix de grãos e sementes ou suplementos.

Além dos animais utilizados como pets, também pode-se citar os coelhos e chinchilas criados para a exploração de carne e pele de alta qualidade, que dependem de uma alimentação balanceada para externar todo o seu potencial de produção.

As dietas devem possuir alimentos que forneçam todos os nutrientes nas quantidades corretas para cada espécie animal, permitindo que os animais apresentem saúde, vitalidade, bem-estar e uma vida longa. Em se tratando de coelhos e chinchilas, para explorá-los comercialmente, a alimentação representa cerca de 70% dos custos de produção, sendo que o volumoso compreende em torno de 40%, devendo este ser de ótima qualidade, para proporcionar alta eficiência alimentar, sanidade e desempenho eficiente aos animais de produção (STARCK, 2011).

A alfafa por ser rica em proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras, é uma ótima opção para ser a base ou como complemento da dieta dessas espécies de pets e animais explorados comercialmente.

17.1 Alfafa

A alfafa (*Medicago sativa*) é uma leguminosa que, por suas propriedades nutritivas (Tabela 1), origina um dos melhores fenos a ser utilizado na alimentação de roedores e coelhos, contendo maiores níveis de proteína, quando comparado a outros fenos comumente usados na alimentação de pequenos animais, além de ser altamente palatável (HAUCK, 2015).

Considerado alimento fibroso de alta qualidade, por possuir fibra de boa digestibilidade, influencia diretamente na velocidade de passagem da digesta e no padrão fermentativo, otimizando a absorção dos nutrientes (ARRUDA et al., 2005).

Tabela 1. Composição bromatológica (g/kg na matéria seca) do feno de alfafa.

Nutriente	Média	Nutriente	Média
Matéria Seca	900	Cálcio	15
Proteína Bruta	153	Fósforo	2,6
Energia Digestível	7,48 MJ/Kg	Magnésio	2,6
Fibra Bruta	258	Potássio	22
F.D.A. ¹	322	Sódio	0,7
F.D.N. ¹	413	Cloro	4,4
Fibra solúvel	178	Enxofre	2,8
Extrato Etéreo	30	Zinco	26 ppm
Cinzas (minerais)	96	Lisina	6,6
Vitamina A ²	28 µg/Kg	Metionina	2,3
Vitamina E ²	26 ppm	Treonina	6,3

¹ F.D.A.: Fibra em Detergente Ácido; F.D.N.: Fibra em Detergente Neutro. ² Vitaminas: A: Retinol; E: Tocoferol. Fonte: Adaptados de Nutrient... (2001), Villamide et al. (2010).

A presença da alfafa nas dietas proporciona ganhos, tanto na digestão e metabolismo dos nutrientes, como no bem-estar e saúde dos animais, pois a sua fibra, estimula e facilita o trânsito intestinal e mantém o sistema digestivo com boas condições, sem alterações indesejáveis no pH, motilidade e flora intestinal, evitando enterites. Além disso, controla o crescimento dos dentes incisivos em coelhos e roedores, prevenindo má formação e dores que impedem o animal de se alimentar normalmente, provocando problemas nutricionais (HAUCK, 2015).

A forma de fornecimento da alfafa vai depender da espécie a ser alimentada, porém na maioria dos pequenos animais, é recomendado o fornecimento na forma de feno, podendo ser oferecida em rama *in natura*, cubos de alta densidade de diversas formas e tamanhos ou como base para rações peletizadas e extrusadas, podendo haver inclusão de até 50% em dietas comerciais (OLIVEIRA, 2009), além de extrato de alfafa em pó, para ser utilizado como suplemento alimentar (Figura 1).



Figura 1. Alfafa peletizada (A), extrusada (B), prensada em cubos de alta densidade (C), feno de alfafa *in natura* em rama (D), feno de alfafa *in natura* grosseiramente picada (E) e extrato de alfafa em pó (F).

17.2 Tipos de alimentos

A forma e tamanho do alimento oferecido deve variar com a espécie e idade do animal. Os alimentos volumosos podem estar incluídos na ração ou serem oferecidos à parte, sempre com o cuidado de fornecer uma dieta balanceada que supra todas as exigências da espécie. Os alimentos comerciais que possuem alfafa em sua composição, utilizados para a alimentação de pequenos animais são:

- Rações peletizadas são cilindros de alimentos comprimidos no diâmetro de 9 a 15 mm para twister, gerbil, topolino e hamster, e de 3 a 4 mm para porquinhos-da-índia, chinchilas e coelhos. O uso de pellets permite a inclusão de alimentos que se fornecidos na forma crua e/ou separadamente, não seriam consumidos na quantidade correta pelos animais, devido a suas preferências alimentares. Sua principal característica é a redução do desperdício no consumo e homogeneização dos nutrientes, diminuindo a seleção dos ingredientes, porém não tem grande apelo visual para os proprietários (ESTRÁZULAS, 2013).

A dureza do pellet é muito importante e deve ser dimensionada de forma exata, pois devem ser duras o suficiente para proporcionar o desgaste correto dos dentes, mas se estiverem duras em demasia, podem provocar redução na quantidade de alimento ingerido, ocasionando um baixo desenvolvimento do animal e queda de pelos (TOBIN, 1996).

- Rações extrusadas são menos densas que as peletizadas e tem um aspecto poroso, com grande variedade de formas e tamanhos. Podem ser confeccionadas com maior quantidade de gordura do que as rações peletizadas, e apresentam uma longa vida de prateleira, devido às altas temperaturas e secagem rápida durante o processo de fabricação, porém este processo pode ser danoso para as vitaminas (ESTRÁZULAS, 2013).

O processamento de extrusão melhora a digestibilidade e palatabilidade da dieta, além de tornar a ingestão mais balanceada em todos os nutrientes, pois não permite a seleção dos ingredientes de acordo com a preferência alimentar do animal (TOBIN, 1996) e também reduz o desperdício durante a ingestão.

- Petiscos são alimentos altamente palatáveis, produzidos para agradar ou condicionar o pet. Geralmente constituídos por uma mistura de sementes e frutas secas caramelizadas, ou forragens, principalmente alfafa, prensadas em cubos de alta densidade. Além de ser atrativo ao paladar e fornecer nutrientes, promove a atividade de roer, ajudando no desgaste dos dentes.

- Forragens em rama *in natura* são fenos de forragens inteiras previamente cortados em ramos de aproximadamente 15 a 20 cm ou grosseiramente picadas em partículas de cerca de 2 a 3 cm, sendo uma ótima opção como volumoso, além do aporte nutricional, ajuda na eliminação das bolas de pelo, desgaste dos dentes e proporciona atividade lúdica, evitando comportamentos estereotipados, como a tricofagia, que é a mastigação e ingestão da própria pelagem.

- Suplementos em pó podem ser utilizadas para adicionar na dieta de algumas espécies, visando fornecer uma dosagem adequada de proteínas, vitaminas e minerais.

17.3 Espécies utilizadas como pets

Os pequenos roedores e coelhos são dóceis, interativos e de fácil manejo, características que os tornam excelentes animais de companhia, principalmente para as crianças; já os répteis apresentam temperamento dócil, tranquilo e são bastante sociáveis com humanos, tolerando bastante o manuseio e sendo requisitado principalmente por adolescentes e adultos. Porém, independente da espécie, é fundamental conhecer os hábitos alimentares e as exigências nutricionais, para manter a saúde e longevidade dos animais.

17.3.1 Coelhos e mini coelhos

Os coelhos e mini coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) com pesos entre 3,0 a 5,0 kg e 0,6 a 1,5 kg, respectivamente, são criados para exploração de carne e como animais de companhia, respectivamente, e apresentam características fisiológicas, alimentares e comportamentais semelhantes. A energia necessária para a manutenção de adultos é estimada em 2.200 Kcal/Kg e para crescimento, gestação e lactação em 2.500 Kcal/Kg da dieta (NUTRIENTS..., 1977).

Os coelhos e mini coelhos são animais herbívoros com ceco funcional e praticante de cecotrofia, que é uma estratégia para melhor aproveitamento dos alimentos fibrosos (TOLEDO et al., 2008). A cecotrofia consiste em um mecanismo de adaptação às dietas ricas em fibras, em que ocorre a formação de dois tipos de excreta, um eliminado na forma de fezes duras e outro na forma de cecotrofos, que diferem entre si, tanto pelo processo de formação e excreção, quanto pela composição química. Os cecotrofos possuem maior teor de umidade, nitrogênio total, ácidos graxos voláteis, minerais, vitaminas e um menor conteúdo de fibra (FIGUEIRA, 2009), e devem ser ingeridos diretamente do ânus sem mastigar, para sofrer novo processo digestivo e absorção desses nutrientes.

Devido a essas características, as dietas para coelhos devem conter um mínimo de fibra dietética, para assegurar o funcionamento digestivo normal, particularmente sobre a atividade fermentativa e taxa de passagem, e evitar o aparecimento de enterites, frequentemente mortais, principalmente, em coelhos jovens (OLIVEIRA, 2009). Para garantir uma adequada atividade digestória e saúde dos coelhos, as dietas devem conter de 13 a 18% de fibra bruta, porém deve-se atentar para a qualidade da fibra, sendo que esta deve apresentar pouca lignificação e boa digestibilidade (STARCK, 2011).

Sua alimentação é baseada em ração peletizada de cereais e forragens, que deve ser fornecida duas vezes ao dia, e feno de boa qualidade à vontade. Legumes e suas ramas também fazem parte da dieta e frutas desidratadas podem ser oferecidos com restrição, como petiscos. Dada as particularidades do trato digestório dos coelhos, as dietas podem conter de 30 a 50% de alimentos volumosos, quando de boa qualidade (OLIVEIRA, 2009).

17.3.2 Roedores

Os roedores têm sido utilizados pelo homem a centenas de anos, primeiramente como animais de laboratório e atualmente também como animais de estimação. Dentre as espécies mais criadas tem-se:

- Twister ou Mecol (*Rattus norvegicus*)

É um dos roedores mais inteligentes, independentes e interativos dentre os criados como animais de estimação, com peso entre 250 a 450 g. Possuem hábitos noturnos. A partir de 15 dias de vida já consomem alimento sólido, sendo necessário deixar alimento adequado ao alcance dos filhotes. A alimentação é baseada em rações peletizadas e extrusadas a base de grãos e feno de alfafa, sementes, frutas e legumes secos (ESTRÁZULAS, 2013). A energia necessária para a manutenção de adultos é estimada em 110 Kcal/Kg de peso metabólico ($\text{Kg}^{0,75}$), para crescimento e gestação em 145 Kcal/ $\text{Kg}^{0,75}$ e para lactação em 440 Kcal/ $\text{kg}^{0,75}$. Não há valor estimado para a quantidade de fibras, mas sua inclusão promove benefícios à saúde (NUTRIENT..., 1995).

Alimentos duros e forragens secas devem ser deixados à disposição para promover o desgaste dos dentes.

- Gerbil ou Esquilo da Mongólia (*Meriones unguiculatus*)

São animais com peso entre 55 a 100 g, de hábitos diurnos, intercalando períodos de descanso e atividade intensa. São mais resistentes às doenças do que os hamsters. Para os filhotes a ração dos adultos deve ser fornecida amolecida, para facilitar o consumo, visto que ocorre grande mortalidade no período de desmama, devido à dificuldade de ingestão de alguns alimentos. Sua dieta é baseada em grãos, sementes, vegetais e raízes e a maior parte da água é retirada do próprio alimento. A energia necessária estimada para a espécie é de 115 a 128 Kcal/kg^{0,75}, não havendo especificação para as diferentes categorias (NUTRIENT..., 1995). Existem poucos dados sobre as necessidades nutricionais, mas admite-se que uma dieta para twisters e topolinos seja adequada, desde que seja suplementada com frutas e vegetais frescos, evitando o acesso livre a semente de girassol, devido ao alto teor de lipídios, que pode provocar obesidade (QUINTON, 2005).

- Hamster

Existem várias espécies de hamsters, sendo que os mais utilizados como animais de estimação são: Hamster Sírio (*Mesocricetus auratus*), Hamster Anão (*Phodopus sungorus*) e Hamster Chinês (*Cricetulus griseus*), com pesos entre 85 a 120 g, 22 a 28 g e 50 a 75 g, respectivamente. Apresentam grande atividade nos períodos vespertino e noturno. Possuem duas grandes bolsas faciais, onde carregam comida e forragem para armazenar na toca, principalmente quando a temperatura ambiental é baixa. Existem poucos estudos sobre as necessidades específicas, mas indica-se uma mistura de 75% de ração para twisters e topolinos e 25% de ração para coelhos, o que proporciona um adequado aporte de fibras e bom equilíbrio proteico, evitando-se dietas com alto teor de gordura (7 a 9%) e carboidratos (superior a 60%), pois estão associadas a alta mortalidade. A energia necessária para a manutenção de adultos é estimada em 110 Kcal/Kg^{0,75}, para crescimento e gestação em 145 Kcal/Kg^{0,75} e para lactação em 330 Kcal/kg^{0,75} (NUTRIENT..., 1995). Devido ao crescimento contínuo dos dentes, deve-se deixar sempre à disposição alimentos duros e forragens secas, para auxiliar o desgaste.

- Topolino (*Mus musculus*)

É um pequeno camundongo doméstico, com peso entre 10 a 21 g, sendo extremamente dóceis e de fácil manipulação. São bastante ágeis com excelente senso de equilíbrio, possuem olfato e audição altamente desenvolvidos, utilizados para localizar alimentos ou detectar predadores. Possuem hábitos noturnos. A alimentação é baseada em rações peletizadas e extrusadas a base de grãos e feno de alfafa, sementes, frutas e legumes secos (ESTRÁZULAS, 2013). A energia necessária para a manutenção de adultos é estimada em 110 Kcal/Kg^{0,75}, para crescimento e gestação em 145 Kcal/Kg^{0,75} e para lactação em 440 Kcal/kg^{0,75} (NUTRIENT..., 1995).

Fornecimento de forragem em rama é interessante para promover a atividade lúdica, além de ser um ótimo aporte de fibras e favorecer o desgaste dos dentes.

- Porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*)

São conhecidos popularmente como cobaias, devido a sua inteligência, docilidade, curiosidade e facilidade de manuseio, são considerados ótimos animais de companhia, com peso entre 0,7 a 1,2 kg. São animais essencialmente herbívoros, sendo que sua dieta deve ser composta por feno de ótima qualidade à vontade, frutas secas, grande quantidade de vegetais frescos e ração peletizada a base de grãos e forragens, adequada para a espécie. A partir de 4 dias de vida os filhotes já conseguem consumir alimentos sólidos, devendo ser disponibilizado em comedouros adequados. A energia necessária para a manutenção de adultos é estimada em 110 Kcal/Kg^{0,75}, para crescimento e gestação em 145 Kcal/Kg^{0,75} e para lactação em 165 Kcal/kg^{0,75} (NUTRIENT..., 1995). Uma característica importante é a incapacidade de sintetizar vitamina C em quantidades adequadas, devendo esta ser fornecida na dieta, na quantidade mínima 10 mg/kg/dia (COUTO, 2002). Rações peletizadas com alta dureza e forragens secas devem ser deixadas à disposição para promover o desgaste dos dentes.

- Chinchilas (*Chinchilla lanígera*)

Com peso entre 500 a 900 g e utilizadas como animais de companhia e também criadas para exploração de peles, devido a beleza e suavidade única de seus pelos. Existe uma carência de informações científicas a respeito das exigências nutricionais das chinchilas, porém estima-se que a energia média necessária para a espécie é de 162 Kcal/kg^{0,75} (ANTONIO et al., 2007) e as dietas devem possuir de 20 a 36% de fibra (HAUCK, 2015). São predominantemente herbívoras, necessitando de dietas com grandes fontes de fibra de qualidade, possuindo um aparelho digestivo longo adaptado a essa característica. Semelhante aos coelhos, as chinchilas também realizam a cecotrofia, aproveitando melhor os nutrientes dos alimentos como as proteínas, aminoácidos essenciais, ácidos graxos voláteis e vitaminas, de dietas com grandes porcentagens de alimentos volumosos. Sua alimentação é baseada em ração peletizada de cereais e forragens, que deve ser fornecida duas vezes ao dia, sendo a maior porção ao final da tarde, devido aos seus hábitos noturnos, e feno de boa qualidade à vontade. Legumes e frutas desidratadas também podem ser oferecidos com restrição, como petiscos. O feno de alfafa em rama ou em cubo de alta densidade, são os mais utilizados, por proporcionar um ótimo aporte de fibras e promover o desgaste dos dentes, devendo atentar para o fornecimento aos filhotes, que devem receber a forragem em local apropriado ao seu alcance e em tamanho reduzido. O feno de alfafa em rama é indicado para evitar a tricofagia entre as chinchilas e auxiliar na eliminação das bolas de pelos.

17.3.3 Répteis

- Iguana (*Iguana iguana*)

Com peso médio adulto de 4 a 8 kg, os iguanas possuem hábitos arborícolas e diurnos. São exclusivamente herbívoras, alimentando-se na natureza de folhas, flores e frutos. Em cativeiro a dieta deve ser composta de uma grande diversidade de vegetais e frutas, higienizadas e picadas, fornecidas à temperatura ambiente em apenas uma refeição diária, sendo que para os filhotes e jovens, todos os alimentos devem ser cortados em pequenos pedaços, para facilitar a ingestão e fornecido duas vezes ao dia. Não existem estudos sobre as necessidades específicas, mas criadores indicam uma mistura de vegetais e frutas que ofereçam cerca de 20% de proteína de origem vegetal, 15% de fibras e 1,4% de cálcio, sendo assim a alfafa é um ótimo alimento que deve fazer parte da dieta diariamente, pois é fonte de proteína, fibras e cálcio, devendo ser oferecidas as folhas e caules maduros, em mini fardos ou pellets, que devem ser umedecidos com água antes do fornecimento. Alfafa em pó também pode ser adicionada sobre as saladas de vegetais e frutas, como suplemento de proteínas, vitaminas e minerais (BARTEN, 2002).

Além da alfafa, que deve ser fornecida diariamente, as saladas devem ser diversificadas para o iguana não enjoar, sendo compostas por vegetais verde-escuros (espinafres, folhas de videira e amoreira, couve, dente de leão, salsa, trevo, rama de cenoura, nabiças), cenoura, rebentos de soja, maçã, pera, figo, tomate, banana (com a casca). Ocasionalmente (uma vez por semana) pode-se fornecer morango, pêssego, pétalas de rosa, feijão verde, ervilha com a vagem. Existem alimentos comerciais peletizados a base de alfafa, com todos os nutrientes requeridos pelo iguana, sendo necessário apenas umedecer antes de fornecer.

17.4 Exigências nutricionais

Os alimentos são compostos basicamente por macro e micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles requeridos em maiores quantidades: proteínas, gorduras, carboidratos, fibras e água. Estes são responsáveis pela formação dos tecidos e fornecimento de energia ao organismo. Os micronutrientes são aqueles exigidos em quantidades menores, como as vitaminas e sais minerais.

A dieta adequada deve levar em consideração as exigências nutricionais de acordo com a categoria do animal, sendo que os coelhos já possuem estas estabelecidas (Tabela 2).

Tabela 2. Exigências nutricionais de coelhos em diversas categorias.

Categorias	Componentes		
	Proteína bruta (g/kg)	Fibra bruta (g/kg)	Lipídios (g/kg)
Adultos	130	150	30
Crescimento (4 – 12 semanas)	150	140	30
Fêmeas em gestação	150	140	30
Fêmeas em lactação e engorda	170	140	30

Fonte: Adaptados de Nutrients... (1977).

Para os pequenos roedores utilizados como animais de estimação ainda são escassos os estudos a respeito das exigências nutricionais, e muitas vezes não há diferenciação para as diversas categorias (Tabela 3).

Tabela 3. Exigências nutricionais de twister, gerbil, hamster, topolino, porquinho da Índia e chinchila

Componente	Espécie					
	Twister	Gerbil	Hamster	Topolino	Porquinho da Índia	Chinchila
Proteína bruta (g/kg)	120 – 270	160 – 220	150 – 250	160 – 200	180 – 300	170 – 200
Fibra bruta (g/kg)	50	-	-	-	160 – 180	200 – 270
Carboidrato (g/kg)	-	-	30 – 50	450 – 550	160	450 – 500
Lipídios (g/kg)	50 – 250	20 – 40	30 – 50	50 – 250	30 – 50	30 – 40
Consumo alimento (g/100g de PV/dia)	5 – 10	8 – 10	10 – 12	15	3 – 6	10 – 12
Consumo água (ml/100g de PV/dia)	10 – 12	4 – 7	8 – 3	15	10 – 40	6 – 8

(ml/100g PV/dia)

Fonte: Adaptados de Alves (1997) e Estrázulas (2013).

Os iguanas, apesar de já serem criadas como animais de estimação a algum tempo, ainda não possuem seus requerimentos nutricionais estimados.

Quando os nutrientes necessários não são oferecidos diariamente ou disponibilizados nas quantidades adequadas, o organismo não funciona corretamente e começam a surgir patologias, como:

- nefrite em roedores, causada por proteína em excesso;
- alopecia em hamsters idosos, devido à falta de proteína na dieta.
- má oclusão dentária devido ao pouco desgaste dos dentes, em todas as espécies que possuem crescimento contínuo dos dentes, devido à fibra bruta abaixo do necessário.
- impactação cecal em porquinhos da Índia e enterites e diarreias em chinchilas e coelhos, por ingestão de dietas com baixa porcentagem de fibra bruta.
- obesidade em praticamente todos os animais de estimação, causada por excesso de energia.

- emagrecimento em praticamente todos os animais de estimação, devido a degradação dos próprios tecidos corpóreos para geração de energia para os metabolismos vitais, quando do fornecimento de dietas com baixa energia.

- obesidade em praticamente todos os animais de estimação, toxemia da prenhez e distocia em porquinhos da índia, tumores em twisters e topolinos, pododermatite em animais que vivem em gaiolas com piso abrasivo, e lipemia em gerbilos, causadas por dietas com excesso de lipídios.

Ainda são escassos estudos sobre a nutrição e alimentação desses novos animais de estimação, sendo de fundamental importância o conhecimento das exigências nutricionais de cada espécie, para o fornecimento de dietas balanceadas e compostas por ingredientes de qualidade, principalmente relativo à fração fibrosa, que promovam nutrição adequada, saúde e bem-estar para os animais.

Referências

- ALVES, A. M. **Criação de chinchilas**: uma alternativa viável. 1997. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.
- ANTONIO, S. de D.; VELHO, J. P.; CARVALHO, P. A.; BACKES, A. A.; SANCHEZ, L. M. B.; VELHO, I. M. P. H. Composição corporal e exigências líquidas em energia e proteína para ganho em peso de chinchilas (*Chinchilla lanigera*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 479-484, mar./abr. 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000200031.
- ARRUDA, A. M. V. de; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; LOPES, D. C.; SILVA, J. F. da. Nutrients digestibility in rabbits fed with rami (*Bohemeria nivea*). **Semina: ciências agrárias**, v. 26, n. 4, p. 581-590, 2005. DOI: 10.5433/1679-0359.2005v26n4p581.
- BARTEN, S. L. **Bayer Exotics Symposium**: selected papers on the green iguana and antimicrobials in exotic pets: presented at the 2002 North American Veterinary Conference. [Yardley]: Veterinary Learning Systems, 2002. 44 p. Supplement to vol. 24, no. 2A, 2002, of Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian.
- COUTO, S. E. R. Criação e manejo de cobaias. In: ANDRADE, E.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (Ed.). **Animais de laboratório: criação e experimentação**. 20. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p. 71-79.
- ESTRÁZULAS, M. **Avaliação nutricional de dietas comerciais para roedores domésticos**. 2013. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FIGUEIRA, J. L. **Casca de soja na alimentação de coelhos em crescimento em substituição aos fenos de alfafa e de *Coast-cross***. 2009. 36 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- HAUCK, A. D. **Feno de alfafa em fardo, peletizado ou moído na alimentação de chinchilas *Lanigera***. 2015. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2001.
- NUTRIENT requirements of laboratory animals. 4th rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1995.
- NUTRIENTS requirements of domestic animals: nutrient requirements of rabbits. 2nd ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1977.
- OLIVEIRA, C. E. A. **Dietas simplificadas na alimentação de coelhos e seus efeitos na reprodução e produção**. 2009. 91 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- QUINTON, J. F. **Novos animais de estimação**: pequenos mamíferos. São Paulo: Roca, 2005. p. 171-249.
- STARCK, A. S. **Desempenho e avaliação de carcaça de coelhos submetidos a diferentes manejos alimentares**. 2011. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.
- TOBIN, G. Small pets – food types, nutrient requirements and nutritional disorders. In: KELLY, N. C.; WILLS, J. M. (Ed.). **Manual of companion animal nutrition & feeding**. Iowa: BSAVA, 1996. p. 208-225.

TOLEDO, G. S. P. de; SILVA, L. P. da; QUADROS, A. R. B. de; RETORE, M.; ARAÚJO, I. G.; BRUM, H. S.; FERREIRA, P.; MELCHIOR, R. Productive performance of rabbits fed with diets containing ramie (*Boehmeria nivea*) hay in substitution to alfalfa (*Medicago sativa*) hay. **Nutrition and Digestive Physiology**, v. 10, n. 13, p. 827-830, 2008.

VILLAMIDE, M. J.; MAERTENS, L.; BLAS, C. Feed evaluation. In: BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed.). **Nutrition of the Rabbit**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2010. p. 151-162.

4. Utilização na agroindústria

CAPÍTULO 18. BROTOS DE ALFAFA PARA A ALIMENTAÇÃO HUMANA

Raquel Ornelas Marques, Heraldo Cesar Gonçalves e Paulo Roberto de Lima Meirelles

Nos dias atuais, a procura por uma alimentação considerada mais saudável tem direcionado os consumidores a uma dieta mais rica em vegetais, frutas, sementes e brotos comestíveis.

Os brotos são alimentos ricos em nutrientes, podendo ser produzidos naturalmente sem adubos ou defensivos agrícolas, apenas água e as reservas armazenadas nas sementes são suficientes para que germinem, para ser consumidos. São boas fontes de minerais, vitaminas e proteínas, de baixa caloria, bem aceitos pelo seu agradável sabor e bom valor nutritivo e medicinal (VIEIRA; LOPES, 2001).

Existem mais de 30 espécies de plantas com potencial viável para a produção de brotos, entre elas, encontram-se principalmente as olerícolas (brócolis, rabanete, repolho, cebola, mostarda, etc.) e as leguminosas (feijão mungo-verde, alfafa, trevo, lentilha, etc.) (VIEIRA, 2016). No Brasil, os mais comercializados são os de feijão mungo-verde, seguido pelos brotos de alfafa, trevo e rabanete (RIBEIRO, 2016); inicialmente restritos às lojas de produtos naturais, são hoje encontrados facilmente em redes de supermercados e quitandas, além de fazerem parte do cardápio de alguns restaurantes.

18.1 Cultivo e produção de brotos de alfafa

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma planta pertencente à família das *Fabaceae* (leguminosas), habitualmente utilizada no Brasil na alimentação animal, vem nos últimos anos, ganhando cada vez mais espaço na alimentação humana, na forma de brotos, por ser bastante nutritiva.

A produção de brotos é rápida, cerca de seis a sete dias, e pode ser realizada em qualquer região e época do ano, sem a necessidade de solo, fertilizantes, agroquímicos e de luz solar direta, podendo ser produzidos, em pequenos galpões nas cidades. O rendimento de produção (proporção broto/semente) é alto, normalmente um quilo de sementes produz de cinco a 12 quilos de brotos, dependendo da espécie empregada e do tempo de brotação (VIEIRA, 2016).

A temperatura é um fator importante para a correta germinação das sementes, porque regula a rapidez de absorção da água, sendo que a temperatura ótima de germinação se encontra entre 25°C e 30°C (LIMA, 2006).

O cultivo de brotos comestíveis demanda baixo investimento inicial e equipamentos simples e baratos. Além disso, o período compreendido entre o plantio e a colheita é extremamente curto, fazendo com que o retorno financeiro seja rápido (RIBEIRO, 2016).

Para a produção de brotos de alfafa, é necessário sementes, água de qualidade e muita higiene durante o processo, que deve ser dividido em quatro etapas (SCHARDONG et al., 2013):

- **Lavagem e seleção das sementes.**

A assepsia da semente antes do cultivo é muito importante para controlar grande parte dos microrganismos indesejáveis (fungos e bactérias), que podem comprometer o sucesso da produção. As sementes devem ser submersas em uma solução de cloro (hipoclorito de sódio a 10%) durante aproximadamente 30 minutos (Figura 1) e, as sementes que flutuarem devem ser eliminadas, pois indicam não ter reservas suficientes para germinar.

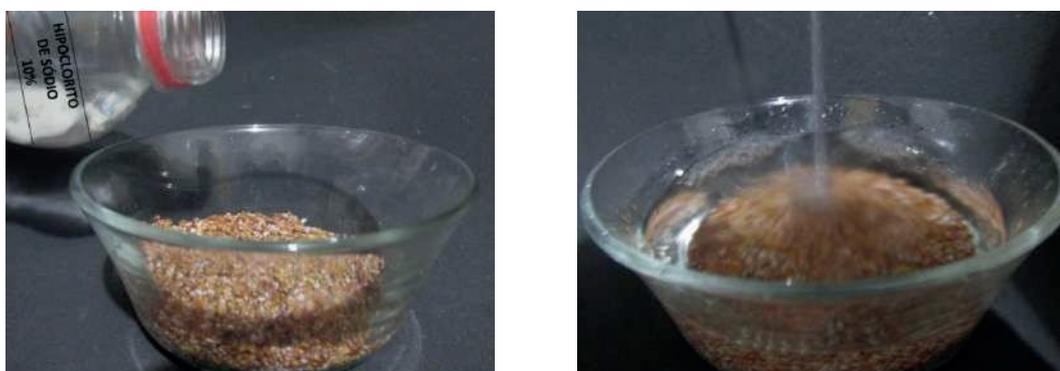


Figura 1. Lavagem das sementes de alfafa.
Foto: Raquel Ornelas Marques.

- **Absorção de água e germinação das sementes.**

Depois da higienização, deixar as sementes submersas em água, induzindo seu inchaço, por um período de oito horas e, posteriormente, colocá-las nas bandejas de germinação com fundo de tela, em prateleira com inclinação de 20% para evitar o acúmulo de água (Figura 2 A e B). Sobre a tela é colocado um tecido de musseline e, sobre ele, as sementes já inchadas, permanecendo em um ambiente totalmente escuro por um período de dois dias. Durante essas primeiras 48 horas, no momento da irrigação (aspersão leve quatro vezes ao dia), as sementes devem ser delicadamente revolvidas e misturadas, permitindo o desenvolvimento uniforme e evitando o excesso de calor no interior da amostra.

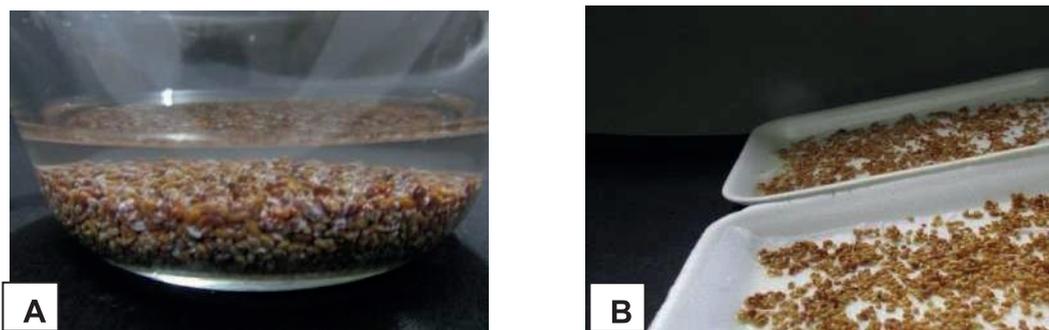


Figura 2. Sementes submersas para absorção de água (A); Bandejas de germinação (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques

- **Crescimento das sementes.**

Transcorridas às 48 horas nas prateleiras de germinação, as sementes, já em estágio de brotos, serão acomodadas nas bandejas de crescimento (Figura 3 A e B) em prateleiras com inclinação de 20% e ambiente com iluminação natural indireta. Nessa etapa devem receber o mesmo sistema de irrigação e os brotos não devem mais ser misturados. Nessas bandejas, os brotos dobram de peso em quatro ou cinco dias.

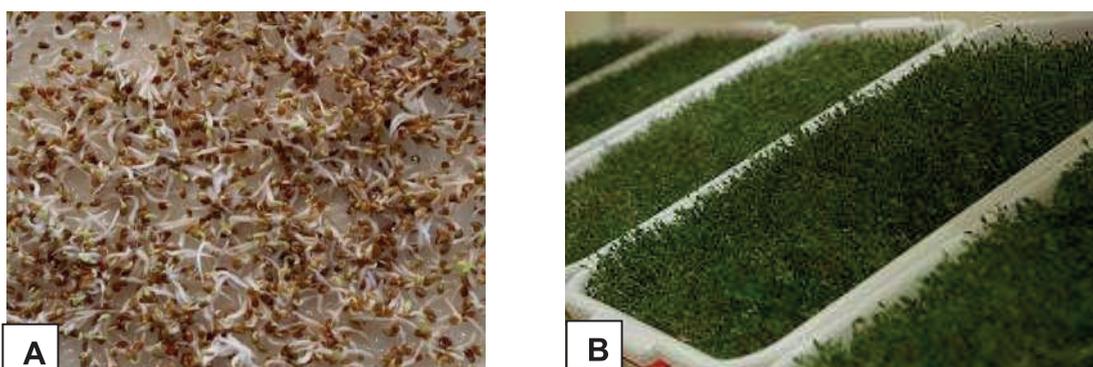


Figura 3. Sementes em estágio de brotos (A); Bandejas de crescimento (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques

- **Colheita dos brotos e embalagem.**

Ao atingirem o tamanho de cinco centímetros, ideal para o consumo, os brotos devem ser colhidos, pesados e acondicionados em embalagens específicas que mantenham as características naturais do produto (Figura 4). É importante certificar-se da ausência de umidade, para evitar a proliferação de fungos e bactérias.

Deve-se armazenar os brotos logo que eles passarem pelos processos de colheita e embalagem. O cômodo no qual eles serão armazenados deve estar sempre organizado, limpo, seco e fresco (RIBEIRO, 2016).



Figura 4. Colheita e pesagem dos brotos (A); Acondicionamento em embalagens específicas (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques

18.2 Características nutricionais

As sementes naturalmente possuem reservas de minerais, lipídios, proteínas e carboidratos, porém baixos teores de vitaminas, que são produzidas em grandes quantidades durante a germinação. Os brotos também absorvem minerais da água usada na germinação e crescimento, que se ligam aos aminoácidos, facilitando a absorção pelo organismo (OLIVEIRA, 2016), além de converter proteínas vegetais de baixo valor nutricional em proteínas de melhor qualidade, causa a degradação parcial dessas proteínas e do amido, melhorando a digestibilidade (MIRANDA; EL- DASH, 2002).

Além de nutritivos, os brotos são pouco calóricos em razão da elevada porcentagem de água e, uma vez que as fibras que compõem as paredes celulares ainda estão em desenvolvimento, são tenros e de fácil digestão. Com exceção dos lipídios, a quantidade de nutrientes se encontra aumentada nos brotos, principalmente, em relação às proteínas, fibras e vitaminas (OLIVEIRA, 2016).

Os brotos de alfafa são ricos em cálcio, fósforo, ferro, zinco, pró-vitâmicos A, vitaminas do complexo B, C, fibras (Tabela 1) e também em teor de clorofila.

Tabela 1. Composição nutricional em 100 gramas de broto de alfafa, em matéria natural.

Composição Química e Valor Energético							
Umidade (%)	Matéria seca (%)	Caloria (kcal)	Proteína (g)	Carboidrato (g)	Lipídio (g)	Fibra (g)	Colesterol (mg)
91,21	8,79	30,3	3,94	3,64	0,61	2,42	0
Vitaminas¹		% VID²		Minerais		% VID²	
A (µg RE)	15,15	2,5		Ca (mg)	33,33	3,3	
B1 (mg)	0,09	7,5		Fe (mg)	0,97	6,9	
B2 (mg)	0,12	9,2		Mg (mg)	27,27	10,5	
B3 (µg)	0,61	0,004		K (mg)	78,79	1,7	
B5 (mg)	0,58	11,6		P (mg)	69,7	10,0	
B6 (mg)	0,03	2,3		Na (mg)	6,06	0,4	
B9 (µg)	36,36	15,2		Zn (mg)	0,91	13,0	
C (mg)	9,09	20,2		Cu (mg)	0,16	17,8	

¹ A: Retinol; B1: Tiamina; B2: Riboflavina; B3: Niacina; B5: Ácido Pantotênico; B6: Piridoxina; B9: Ácido Fólico; C: Ácido Ascórbico.

Fonte: Adaptado de Philippi (2013).

² % valores da ingestão diária de vitaminas e minerais recomendada para adultos em condições normais. Fonte: Dietary... (2006).

18.3 Benefícios à saúde

O ponto mais elevado de vitalidade no ciclo de vida de uma planta ocorre quando esta é um broto, daí os seus benefícios nutricionais.

A inclusão de brotos de alfafa na dieta apresenta os seguintes benefícios:

- Possuem ação antioxidante.

Os brotos são ricos em vitaminas e substâncias flavonoides, antioxidantes naturais produzidos pela planta como mecanismo de proteção, que proporcionam efeitos benéficos à saúde, combatendo os radicais livres, prevenindo o envelhecimento precoce e danos celulares pré- cancerosos e limpando as toxinas do sangue (SCHARDONG et al., 2013).

- Grande quantidade de fibras.

As propriedades físico-químicas das fibras dos brotos produzem diferentes efeitos fisiológicos no organismo e, quando consumidas em quantidades adequadas e diariamente, regularizam o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas e para o tratamento dietético de várias patologias. Além disso, o seu consumo previne a constipação e o acúmulo de gases, beneficia a microbiota intestinal, previne o câncer de cólon ao aumentar a velocidade de eliminação de substâncias potencialmente prejudiciais, promovendo a imunoativação, regula o conteúdo de açúcar no sangue, inibe a secreção de insulina e glicogênio, previne o diabetes mellitus e a formação

de cálculo biliar, reduz a absorção de gorduras ruins pelo organismo proporcionando o controle do colesterol sanguíneo, previne a obesidade, tem efeito hipotensor e inibe a absorção de substâncias prejudiciais (LIMA, 2006).

- Efeito vasodilatador.

Os brotos são ricos em flavonoides, potássio e niacina; esses nutrientes têm efeito vasodilatador, melhoram o fluxo sanguíneo através dos vasos e controlam a pressão arterial (LIMA, 2006).

- Fortalecem o sistema imunológico.

Os brotos são ricos em vitaminas A, do complexo B, C e em substâncias antioxidantes, que ajudam a melhorar o funcionamento do sistema imunológico do organismo, contribuindo para a recuperação de doenças (RIBEIRO, 2016).

- Auxiliam na menopausa e combatem a osteoporose.

Os brotos contêm componentes fitoestrogênicos, substâncias semelhantes ao estrogênio, que auxiliam no combate aos sintomas da menopausa. Além disso, são ricos em cálcio e fósforo, principais nutrientes para a constituição óssea (BONGIOLO, 2008).

- Auxilia o emagrecimento.

Em razão da sua composição com baixo teor calórico, associada à grande quantidade de água e fibras, aumentam a sensação de saciedade e reduzem a absorção das gorduras totais, auxiliando na perda de peso (SCHARDONG et al., 2013).

18.4 Formas de utilização

Os brotos de alfafa apresentam sabor delicado e agradável e devem ser consumidos crus, podendo ser utilizados nos mais variados pratos e também em bebidas, complementando tanto a textura como o sabor dos alimentos.

Utilizados sozinhos em saladas ou acompanhados de outros brotos ou verduras e legumes, devem ser levemente temperados. Também podem entrar no recheio de sanduíches naturais, ou acompanhando frutas e sopas (Figura 5). Em pratos quentes, o broto deve ser adicionado ao prato apenas no momento do consumo, para manter sua textura e valor nutricional.

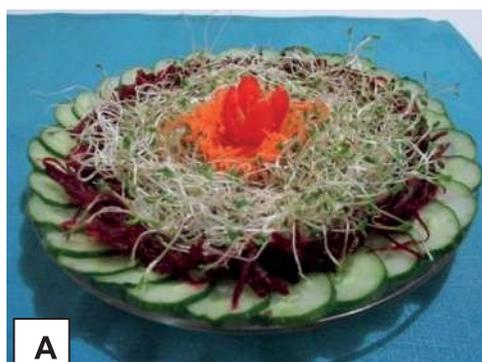


Figura 5. Brotos de alfafa em saladas (A); como recheio de sanduíches (B); acompanhando frutas (C) ou sopas (D).
Foto: Raquel Ornelas Marques

Bebidas variadas podem ser preparadas com brotos de alfafa, como chás, drinques naturais, sucos ou vitaminas (Figura 6), por apresentarem um sabor delicado, trazem um toque especial ao paladar, além das vantagens nutricionais.



Figura 6. Brotos de alfafa em drinques naturais (A) e sucos (B).
Foto: Raquel Ornelas Marques

Para quem deseja uma dieta leve, saudável e equilibrada, os brotos de alfafa são uma ótima opção para enriquecer o cardápio, pois para uma boa nutrição não é necessário mudar radicalmente os costumes alimentares, apenas diversificá-los.

A produção de brotos de alfafa, que podem ser cultivados em espaços limitados, deve ser introduzida no conceito de agricultura urbana. Estando próximo do consumidor, proporciona melhor qualidade do produto, da colheita ao consumo. Esse tipo de agricultura tem o objetivo de atender a um público especialmente preocupado com a saúde, o meio ambiente e o consumo de produtos frescos.

Referências

BONGIOLO, G. T. **Produção de brotos comestíveis com fonte alternativa de água no contexto da agricultura urbana**. 2008. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DIETARY reference intake: the essential guide to nutrient requirements. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2006. 1329 p.

LIMA, A. L. **Produção de brotos de fabaceae para o consumo humano**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MIRANDA, M. Z. de; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado. 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 216-223, set./dez. 2002. DOI: 10.1590/S0101-20612002000300003.

OLIVEIRA, A. **Valor nutritivo dos brotos e benefícios à saúde**. 2016. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/valor-nutritivo-dos-brotos-e-beneficios-a-saude>>. Acesso em: 20 maio 2016.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 4. ed. rev. atual. Barueri: Manole, 2013. 164 p.

RIBEIRO, C. G. **Produção e consumo de brotos comestíveis**. 2016. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/producao-e-consumo-de-brotos-comestiveis>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SCHARDONG, E.; CALABRESI, E.; ZWICK, P.; COLOMBO, T.; GONÇALVES, V. L. C. A resposta ao potencial de desenvolvimento do broto de alfafa (*Medicago sativa L.*) com o uso de luz durante o ciclo de crescimento. **Revista Mirante**, v. 3, n. 1, p. 68-74, 2013.

VIEIRA, R. F. **Produção de brotos comestíveis**. 2016. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/producao-de-brotos-comestiveis>>. Acesso em: 20 maio 2016.

VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis**: feijão Moyashi, alfafa, trevo, rabanete e brócolis. Viçosa, MG: Epamig, 2001. 108 p.

CAPÍTULO 19. ALFAFA NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Raquel Ornelas Marques, Heraldo Cesar Gonçalves e Paulo Roberto de Lima Meirelles

A indústria de cosméticos constitui um dos segmentos mais importantes da economia mundial. Em consumo, o Brasil passou de sexto principal mercado em 2000, para o quarto lugar no *ranking* mundial em 2016, atrás apenas dos Estados Unidos, China e Japão, e ao primeiro lugar na América Latina, representando 7,1% do consumo mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS, 2017).

Entre os fatores que contribuem para o crescimento do setor de cosméticos no país, podem ser citados: o aumento do poder de consumo; a expansão da participação da mulher no mercado de trabalho; os preços praticados pelo setor que vêm apresentando um aumento inferior aos índices de preços da economia brasileira e, principalmente, toda a valorização da estética praticada pela mídia no que se refere à beleza, saúde e permanência da juventude.

A procura contínua pela beleza e juventude, gera exigências cada vez maiores dos consumidores no desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas e procedimentos estéticos utilizando produtos revolucionários, pois com o avanço da idade, as estruturas externas do corpo sofrem modificações como o aparecimento de rugas, diminuição da espessura da epiderme e ressecamento, alterando o seu aspecto e caracterizando o envelhecimento da pele e dos cabelos.

A indústria de cosméticos, visando esse mercado em expansão, investe incessantemente em inovações, tanto no desenvolvimento de novos produtos, como nos processos de fabricação, procurando cada vez mais materiais e procedimentos ecologicamente corretos, propondo, assim, um desenvolvimento durável e sustentável, atendendo aos consumidores que buscam marcas que assumam o compromisso de conservar o planeta (MIGUEL, 2011).

O setor de produção de cosméticos está organizado, com embasamentos científicos e com capacidade para comprovar segurança e eficácia de cada produto fabricado, envolvendo múltiplas áreas do conhecimento como farmacologia, toxicologia, biologia celular, microbiologia, química e bioquímica. Todos os segmentos da indústria de cosméticos estão envolvidos nessa missão, seja por meio de produtos antienvelhecimento, maquiagem, cuidados capilares e de higiene (BOLZAN et al., 2015).

Desse modo, a indústria cosmética tem se dedicado a fabricar produtos com apelo antienvelhecimento com o intuito de prevenir, retardar e amenizar os sinais senis, resultando em benefícios para a pele e cabelos utilizando-se, para este fim, produtos com princípios ativos naturais.

Desta forma, atende-se às necessidades dos consumidores, que procuram cada vez mais por indústrias comprometidas com a preservação do meio ambiente e produtos livres de substâncias químicas que podem trazer riscos à saúde, como os parabenos (conservantes que protegem produtos contra o crescimento de fungos e bactérias), formaldeídos (preservante e antisséptico, desnatura as proteínas, deixando-as mais resistentes à decomposição por bactérias), ftalatos (derivados do ácido ftálico, utilizado para fixar cor e perfume nos produtos e deixá-los com aspecto líquido ou de cremosidade), ureia (promove a retenção de umidade na pele e estimula a produção de colágeno), entre outros, que apresentam toxicidade à longo prazo, provocando graves doenças como o câncer (CUNICO; LIMA, 2011).

Dentre os princípios ativos dermocosméticos naturais utilizados com o propósito de atenuar o envelhecimento, o extrato de alfafa (*Medicago sativa*) apresenta características promissoras para esse fim, por ser natural, não cancerígena e apresentar propriedades antioxidantes, anti- inflamatórias, antimicrobianas e hidratantes.

19.1 Propriedades do extrato de alfafa

A alfafa é amplamente cultivada em todo o mundo, principalmente para alimentação animal e seus brotos, como ingrediente alimentar humano. É também utilizada na produção de suplementos alimentares e como fonte de fitoquímicos para as indústrias farmacêutica e cosmética (ZINCĂ; VIZIREANU, 2015).

Suas propriedades medicinais se encontram nas folhas, flores, raízes e, principalmente, nos brotos. Seus extratos são ricos em fitoquímicos como: flavonoides; fitoestrogênios; aminoácidos; fitoesteróis; poliaminas; carotenoides; saponinas; compostos fenólicos; proteínas; enzimas; vitaminas: A, B1, B6, B12, C, D, E, K, niacina, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico; minerais: Ca, K, P, Mg, Fe, Zn, Cu, Al, B, Cr, Co, Mn, Mo, Se, Si, Na, Sn (BORA; SHARMA, 2011) e ácidos graxos mono e poli-insaturados (SILVA et al., 2013).

Os fitoquímicos são classificados como compostos bioativos provenientes de diferentes partes das plantas, tais como, sementes, flores, frutos, folhas, raízes e brotos, apresentando principalmente atividade antioxidante, estando relacionados com a redução do risco de ocorrência de várias doenças crônicas e envelhecimento (FERREIRA; ABREU, 2007).

Os flavonóides são antioxidantes efetivos devido à suas propriedades sequestrantes de radicais livres e por quelar íons metálicos, protegendo, assim, os tecidos dos radicais livres e da peroxidação lipídica. Também é atribuída aos flavonóides a melhora nos cabelos e nas unhas, uma vez que ele auxilia na absorção da vitamina C (BEHLING et al., 2004).

Os fitoestrógenos possuem propriedades estrogênicas devido às suas semelhanças estruturais com o hormônio estradiol, principal hormônio feminino, apresentando efeitos benéficos à saúde e na reposição hormonal (RODRIGUES et al., 2014).

Os aminoácidos apresentam potenciais efeitos terapêuticos, uma vez que podem atenuar a perda de massa magra durante a redução de massa corporal, favorecer o processo de cicatrização e melhorar o balanço proteico muscular em indivíduos idosos (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008).

Os fitoesteróis ou esteróis vegetais são componentes naturais das células vegetais que exercem diversas funções biológicas análogas às do colesterol nas células de mamíferos, especialmente nas membranas celulares (PEREIRA, 2013).

As poliaminas estão relacionadas com a proliferação e diferenciação celular, regulando a síntese de DNA, RNA e proteína, interagindo com componentes da membrana, modulando suas funções (LIMA et al., 2006).

Os carotenóides fazem parte do sistema de defesa antioxidante em humanos e animais, devido à sua constituição, agem protegendo as estruturas lipídicas da oxidação ou sequestrando os radicais livres produzidos no processo foto-oxidativo (MORAES; COLLA, 2006).

As saponinas apresentam atividade antioxidante, propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e imunoestimulantes, impedindo a absorção de sais biliares e colesterol no tubo digestivo (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante, principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

As proteínas são nutrientes necessários para o organismo produzir partes essenciais do corpo, como músculos, tecidos, hormônios, vasos sanguíneos, pele e cabelos, auxiliando na produção de massa muscular e anticorpos, mantendo o sistema nervoso sadio. Proporciona, ainda, pele e cabelos saudáveis, com a produção de colágeno, substância que proporciona firmeza à pele, prevenindo rugas e marcas de expressão. Auxilia, também, nos processos de cicatrização e mantém o balanço proteico muscular em indivíduos idosos (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008).

Enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias, alteradas neste processo (CAMPESTRINI et al., 2005).

As vitaminas e os minerais são nutrientes essenciais para o funcionamento do nosso corpo, além de regularem enzimas e hormônios, muitos apresentam atividade antioxidante (MORAES; COLLA, 2006).

Os ácidos graxos poli-insaturados são imprescindíveis ao organismo, pois além de fonte de energia, fazem parte das membranas celulares, são precursores de mediadores da resposta imunológica e inflamatória, apresentam atividade anticoagulante, vasodilatadora e antiagregante, mantêm as condições normais das funções cerebrais e transmissão de impulsos nervosos, participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo e da síntese de hemoglobina (MARTIN et al., 2006).

19.2 Envelhecimento

A senescência cutânea e capilar é um processo natural e multifatorial advindo de fatores intrínsecos e extrínsecos. Apesar do envelhecimento ser inevitável, é possível, por meio de produtos cosméticos, diminuir os efeitos causados pelos fatores associados.

Com o envelhecimento, há uma perda da integridade estrutural na pele e nos cabelos, que ocorre devido à redução do número e função dos melanócitos, diminuição da renovação celular, da vascularização, do número de queratinócitos, fibroblastos, fibras de colágeno e elastina, achatamento da junção dermoepidérmica, bem como atenuação da resposta imunológica, o que leva a alteração de funções tais como a proteção, absorção, termo regulação e percepção sensorial (SHIRATA; CAMPOS, 2016).

A exposição a fatores extrínsecos como umidade do ar, radiação ultravioleta, frio, vento, poluição, estresse oxidativo, fatores nutricionais, como a falta de vitaminas e oligoelementos e fatores mecânicos, como a tração repetida dos músculos, alteram o aspecto natural da pele, acelerando o processo de envelhecimento. As alterações histológicas provocadas pelo foto envelhecimento são inúmeras, sendo considerada a principal fonte exógena de radicais livres (HIRATA et al., 2004).

O estresse oxidativo é um dos principais fatores atribuídos ao envelhecimento, já que, embora os mecanismos de defesa celular e mitocondrial tenham o papel de destruir as espécies reativas de oxigênio, o sistema de defesa antioxidante não é totalmente eficiente e há, durante a vida, um acúmulo de dano oxidativo molecular. Os radicais livres também são aumentados por fatores externos como os danos solares e tabagismo, responsável por uma excessiva vasoconstrição que leva à diminuição da oxigenação cutânea (LEAL, 2012).

Há uma modificação também da expressão de fatores de transcrição e enzimas, como a telomerase, encurtando o telômero e ocorrendo o chamado envelhecimento celular (LEAL, 2012).

A diminuição geral de todos os hormônios com o avançar da idade, faz com que o colágeno e o conteúdo de água reduzam. A redução dos hormônios tireoidianos, testosterona e, principalmente, o estrógeno, alteram a síntese lipídica epidérmica produzindo, assim, distúrbio na função de barreira de proteção, deprimindo a quantidade de água na pele (LEAL, 2012).

O processo de envelhecimento dos cabelos se identifica, essencialmente, por dois eventos: a diminuição na densidade dos fios, com redução de sua espessura e, perda de sua cor natural, que causa a canície capilar. Parte dessa ocorrência é devido à atividade dos radicais livres que interferem no processo de produção da melatonina, com a falta de ácidos graxos e vitaminas promovendo redução na espessura dos fios e queda capilar (AUDI et al., 2017).

19.3 Tratamentos antienvhecimento

Para prevenir o envelhecimento cutâneo, a hidratação da pele e dos cabelos é fundamental. A utilização de cosméticos que contenham em sua composição substâncias hidratantes, antioxidantes, retinóides, hidroxiácidos, despigmentantes, aminoácidos, fitohormônios, vitaminas e agentes antiinflamatórios, ajuda a combater os processos de envelhecimento (LEAL, 2012).

Segundo Fisher et al. (2002), a combinação de nucleotídeos, aminoácidos e vitamina B6 pode preservar a atividade da telomerase, enzima responsável pela duplicação do telômero e estes, associados a antioxidantes, protege o citoplasma, neutralizando os radicais livres citoplasmáticos, evitando, assim, a fragmentação do DNA.

A redução dos níveis de estrógeno ocasionado pelo avançar da idade, é outro alvo para a indústria cosmética, visto que essa redução afeta diretamente a proteção e a umidade natural da pele e, para minimizar esse decréscimo, podem ser utilizados extratos vegetais que contenham fitohormônios da família das isoflavonas, substâncias com atividade estrogênica similar aos humanos. Do ponto de vista cosmético, essas substâncias agem protegendo as fibras de colágeno da degradação enzimática, melhorando, assim, a densidade cutânea (LEAL, 2012).

Cosméticos que possuam carotenóides e vitamina E em suas formulações previnem o estresse oxidativo e, por serem substâncias lipossolúveis e com alto poder antioxidante, protegem as membranas celulares da ação oxidativa dos radicais livres (CHORILLI et al., 2007).

Para o tratamento da rarefação e canície capilar, princípios ativos antioxidantes, ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B e A, devem ser utilizados em procedimentos de hidratação capilar (AUDI et al., 2017).

19.4 Alfafa na indústria de cosméticos

Entre os ativos dermocosméticos naturais empregados com o objetivo de prevenção do envelhecimento e melhora das condições gerais da pele, pode-se indicar o extrato de alfafa (Figura 1), que tem potencial para agir na renovação celular da pele à longo prazo (RODRIGUES et al., 2015).



Figura 1. Extrato de alfafa.

Em pesquisa realizada na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – USP, Shirata (2016) avaliou uma formulação cosmética contendo oligossacarídeos de alfafa e obteve melhora significativa na hidratação e no micro relevo cutâneo, pois o extrato de alfafa apresenta um efeito semelhante ao retinol, estimulando a atividade celular, favorecendo a renovação da epiderme e regulando a diferenciação dos queratinócitos. Além disso, preserva e repara a derme por meio da estimulação da síntese de colágeno e diminui a atividade das metaloproteinases, responsáveis pela destruição das fibras de elastina. Dessa forma, a pele é revitalizada, com recuperação da barreira de proteção e consequente melhora na hidratação e atenuação das rugas.

Diversos efeitos benéficos são atribuídos ao extrato de alfafa por ser rica em nutrientes, sendo recomendada tanto para tratamento de várias doenças, como: aterosclerose, artrites, anemias, diabetes, distúrbio digestivos, redução do colesterol, doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, redução dos sintomas da menopausa e para alguns tipos de câncer; como também para atenuar sinais de envelhecimento da pele e cabelos (BORA; SHARMA, 2011).

Dessa forma, os consumidores procuram cada vez mais produtos que proporcionem melhorias na saúde e aparência de maneira eficaz. Por isso, uma tendência que vem ganhando importância são os nutricosméticos, que são suplementos dietéticos com função cosmética. Trata-se de uma nova classe de produtos que associam ingredientes nutracêuticos próprios para auxiliar os procedimentos estéticos. Esses produtos são comercializados na forma de pó encapsulado, líquido ou chá (Figura 2), que associados a tratamentos específicos, garantem melhorar a saúde, a aparência geral da pele e dos cabelos e amenizar os sinais do envelhecimento (KLEIN, 2012).



Figura 2. Extrato de alfafa na forma líquida (A), pó encapsulado (B) e chá (C).

Além dos nutricosméticos, já existem produtos cosméticos comerciais contendo extrato de alfafa em suas formulações, como cremes hidratantes, xampus e condicionadores (Figura 3).



Figura 3. Creme hidratante (A), xampu e condicionador (B) com extrato de alfafa.

O que marca este século é o aumento da expectativa de vida da população, que junto traz a preocupação de uma aparência jovial. Com isso, produtos que prolonguem a juventude ou retardem o envelhecimento ganham importância.

A busca por produtos cosméticos cada vez mais eficazes em prevenir o envelhecimento, associado à preocupação com o desenvolvimento durável e sustentável do planeta, levam às indústrias cosméticas a procura de materiais e procedimentos ecologicamente corretos.

Dentro dessa linha, os produtos cosméticos produzidos com matérias primas naturais, renováveis e com princípios bioativos específicos, estão em expansão, principalmente devido à existência de estudos científicos que comprovam a segurança e eficácia desses novos produtos.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/institucional/publicacoes/panorama-do-setor/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- AUDI, C.; KATAOKA, V. Y.; SILVA, G. J. da; TATIKAVA, M. Y.; RODRIGUES, T.; ZYCHAR, B. C. Desenvolvimento e mecanismo de ação da canície e queda capilar. **Iniciação: revista de iniciação científica, saúde e bem estar**, v. 6, n. 5, p. 2-18, 2017.
- BEHLING, E. V.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BOLZAN, A. A.; LOPES, L. Q.; MARIN, L. S.; SANTOS, R. C. V.; RAFFIN, R.; FAGAN, S. B.; BULHÕES, L. O. S. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de orégano livre e em nanoemulsões. **Disciplinarum Scientia. Série: naturais e tecnológicas**, v. 16, n. 2, p. 325-332, 2015.
- BORA, K. S.; SHARMA, A. Phytochemical and pharmacological potential of *Medicago sativa*: a review. **Pharmaceutical Biology**, v. 49, n. 2, p. 211-220, 2011. DOI: 10.3109/13880209.2010.504732.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M. da; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005.
- CHORILLI, M.; LEONARDI, G. R.; SALGADO, H. R. N. Radicais livres e antioxidantes: conceitos fundamentais para aplicação em formulações farmacêuticas e cosméticas. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 88, n. 3, p. 113-118, 2007.
- CUNICO, M. M.; LIMA, C. P. Os cosméticos e o risco da vaidade precoce. In: TREBIEN, H. A. (Ed.). **Medicamentos: benefícios e riscos com ênfase na automedicação**. Curitiba: Universidade Estadual do Paraná, 2011. p. 285-298.
- FERREIRA, I. C. F. R.; ABREU, R. M. V. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. **Bioanálise**, ano 4, n. 2, p. 32-39, jul./dez. 2007.
- FISHER, G. J.; KANG, S.; VARANI, J.; BATA-CSORGO, Z.; WAN, Y.; DATTA, S.; VOORHEES, J. J. Mechanisms of photoaging and chronological skin aging. **Archives of Dermatology**, v. 138, n. 11, p. 1462-1470, Nov. 2002. DOI: 10.1001/archderm.138.11.1462.
- HIRATA, L. L.; SATO, M. E. O.; SANTOS, C. A. de M. Radicais livres e o envelhecimento cutâneo. **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v. 23 n. 3, p. 418-424, 2004.
- KLEIN, P. N. **Nutrição na prevenção e no tratamento da celulite**. 2012. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Estética) – Faculdade Redentor, Instituto Itesa, São Paulo.
- LEAL, R. M. **Desenvolvimento da linha Maturi de produtos cosméticos para a terceira idade**. 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.
- LIMA, G. P. P.; ROCHA, S. A. da; TAKAKI, M.; RAMOS, P. R. R. Teores de poliaminas em alguns alimentos da dieta básica do povo brasileiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1294-1298, jul./ago. 2006. DOI: 10.1590/S0103-84782006000400039.
- MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V. de; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. de; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6:

importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006. DOI: 10.1590/S1415-52732006000600011.

MIGUEL, L. M. Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, p. 1-15, 2011. Número especial. Disponível em: <<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/biotecnologia/cosmeticos.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

PEREIRA, A. C. S. **Hábitos de consumo de alimentos enriquecidos com fitoesteróis**: estudo preliminar. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar) – Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior Agrária de Viseu.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. das G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, Nov. 2012.

RODRIGUES, F.; ALMEIDA, I.; SARMENTO, B.; AMARAL, M. H.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Study of the isoflavone content of different extracts of *Medicago* spp.as potential active ingredient. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 110-115, June 2014. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.03.014.

RODRIGUES, F.; SARMENTO, B.; AMARAL, M. H.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Exploring the antioxidant potentiality of two food by-products into a topical cream: stability, *in vitro* and *in vivo* evaluation. **Journal Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 42, n. 6, p. 880-889, 2015. DOI: 10.3109/03639045.2015.1088865.

ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 563-575, out./dez. 2008. DOI: 10.1590/S1516-93322008000400004.

SHIRATA, M. M. F. **Influência dos componentes da formulação cosmética nas propriedades biofísicas e estruturais da pele**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. DOI: 10.11606/D.60.2016.tde-17062016-162342.

SHIRATA, M. M. F.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Importância do perfil de textura e sensorial no desenvolvimento de formulações cosméticas. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 8, n. 3, p. 223-230, 2016. DOI: 10.5935/scd1984-8773.201683861.

SILVA, L. R.; PEREIRA, M. J.; AZEVEDO, J.; GONÇALVES, R. F.; VALENTÃO, P.; PINHO, P. G. de; ANDRADE, P. B. *Glycine max* (L.) Merr., *Vigna radiata* L. and *Medicago sativa* L. sprouts: a natural source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 50, p. 167-175, 2013. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.10.025.

ZINCĂ, G.; VIZIREANU, C. Crop plants and herbs for the treatment of women disorders: analytical methods for the bioactive compounds: a review. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 21, n. 2, p. 107-115, 2015.

CAPÍTULO 20. ALFAFA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Clelia Akiko Hiruma-Lima

Alfafa é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, entretanto o seu uso como planta medicinal para o tratamento das diversas doenças ainda requer confirmações através de criteriosos estudos clínicos (em humanos). Com base nas indicações populares acerca do seu uso para fins medicinais e considerando os estudos pré-clínicos realizados em cultura de células- *in vitro* e/ou em animais experimentais - *in vivo* já existe a comprovação da eficácia farmacológica da espécie como: antimicrobiano, antioxidante, antiinflamatório, antitumoral, antidiabético, hipocolesterolêmico (reduz o colesterol sanguíneo) e fitoestrogênico, demonstrando portanto, o grande potencial terapêutico da alfafa na indústria farmacêutica. Entretanto, a transformação da alfafa em um fitoterápico e/ou fitomedicamento necessita de novos estudos clínicos bem embasados que assegurem a sua eficácia e, principalmente, segurança de uso. Além disso, a transformação dessa espécie em fitoterápico e/ou fitomedicamento irá requerer uma grande demanda de matéria- prima para a sua produção em larga escala. Para tanto, novos estudos fitoquímicos quali e quantitativos, acerca dos compostos secundários da espécie, se fazem necessários considerando as diferentes condições ambientais existentes nas diversas regiões do Brasil no que se refere ao clima, solo, composição mineral, fotoperíodo, dentre outros fatores. Só assim é possível garantir uma matéria-prima de qualidade que assegurará a manutenção da ação farmacológica no produto final. Os diversos estudos farmacológicos já existentes na literatura são bastante promissores e apontam claramente a alfafa como uma grande fonte de novos medicamentos.

20.1 Composição fitoquímica- Os constituintes químicos da alfafa podem ser divididos em dois grupos: os metabólitos primários, são aqueles compostos essenciais para a sobrevivência da espécie e os metabólitos secundários, com grande valor adaptativo que garantem sua sobrevivência e são essenciais para a perpetuação da espécie no seu ecossistema. Os metabólitos secundários auxiliam, por exemplo, a planta no combate aos herbívoros ou contra patógenos e são substâncias que protegem a planta contra os raios UV ou auxiliam na atração de polinizadores (SIMÕES et al., 1999). As plantas possuem grande capacidade biossintética na produção de metabólitos secundários tanto em relação ao número de compostos, como na diversidade, em uma mesma espécie. Portanto, existe um grande interesse das indústrias farmacêuticas por esses compostos.

Dentre os metabólitos primários produzidos por *Medicago sativa* L., nas diferentes partes de sua estrutura, existem relatos de: diversas vitaminas (Vitaminas A, B1, B2, B3, B6, B7, B12, D, E e K, ácido fólico e inositol), aminoácidos (arginina, asparagina, canavanina, cisteína, fenilalanina,

histidina, leucina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina) e minerais (cálcio, magnésio, fósforo, cobre, manganês, ferro, zinco, silício, lítio e potássio), carboidratos (arabinose, frutose, sacarose e xilose), pigmentos (clorofila, xantofila e antocianinas) e proteínas (BARNES et al., 2004; GAWEL et al., 2017; RAFINSKA et al., 2017).

A alfafa também produz metabólitos secundários que incluem: as cumarinas (medicagol), isoflavonoides (medicarpina, millepurpana, cumestrol, biocanina A, daidzeína, formononetina, genisteína e gliciteína), alcalóides pirrolidínicos (estaquidrina e homoestaquidrina), alcalóides piridínicos (trigonelina), ácidos (ácidos láurico, maleico, málico, malônico, mirístico, oxálico, palmítico e quínico), ácidos fenólicos (ácidos ferulico, p-coumarico, cafeico e 5-O-cafeoilquinico) esteróides (campesterol, cicloartenol, β -sitosterol, α -espinasterol e estigmasterol) e saponinas (ácido medicagenico, sojasapogenol A-F, ácido zanhico, hederagenina e seu glicosídeos) (BARNES et al., 2004; GATOULLAT et al., 2015; RAFINSKA et al., 2017; SADOWSKA et al., 2014; SILVA et al., 2013).

20.2 Indicação de uso - A alfafa tem seu uso medicinal reputado em diversos países da Europa, Ásia e nas Américas. No Brasil, o uso da espécie na medicina tradicional, é difundido principalmente no sul do país no qual a planta é comumente empregada na alimentação humana na forma de brotos de sementes germinadas e na dieta vegetariana (LORENZI; MATOS, 2008). Seu valor nutricional é muito conhecido principalmente no combate as hipovitaminoses e nos diferentes estados de debilidades durante a convalescência (BARNES et al., 2004; LORENZI; MATOS, 2008). Mas existem diversos relatos acerca do seu uso na medicina tradicional, dentre elas a medicina tradicional chinesa e a ayurvédica, na qual a alfafa é indicada para várias finalidades terapêuticas tais como: no combate a artrite, hipercolesterolemia, diabetes e úlceras pépticas (BARNES et al., 2004). É também considerada como adstringente, antiinflamatória, antitérmica, bactericida, cardiotônica, emética, emenagoga e estrogênica (BARNES et al., 2004; BORA; SHARMA, 2011b; LORENZI; MATOS, 2008). Na Colômbia, a planta é utilizada para o tratamento da tosse (MIELMANN, 2013). Existem indicações da alfafa para o tratamento de cálculos renais, como diurético e em casos de retenção de líquidos (BORA; SHARMA, 2011b). Na medicina ayurvédica essa planta também possui indicação para o tratamento de distúrbios do sistema nervoso central e existem relatos de sua eficácia para melhorar a memória (BORA; SHARMA, 2011b). Entretanto, o uso tradicional ou popular são relatos de práticas médicas adquiridas junto a comunidades etnicamente definidas que fazem uso da planta medicinal, porém não representam necessariamente uma confirmação da atividade terapêutica na prática clínica. Para tanto, estudos farmacológicos pré-clínicos para caracterizar os mecanismos de ação da planta, bem como os estudos clínicos em humanos, se fazem necessários.

20.3 Comprovações farmacológicas - Apesar das diversas indicações da alfafa na medicina tradicional, existem poucos estudos clínicos (em humanos) que comprovam suas atividades terapêuticas. Mas estudos farmacológicos pré-clínicos *in vitro* (em cultura de células) e *in vivo* (animais) tem comprovado algumas das propaladas indicações de seu uso medicinal, como pode ser observado a seguir.

20.3.1 *Ação estrogênica*: Alguns flavonóides da alfafa foram descritos como efetivos fitoestrógenos naturais. Na alfafa estão presentes os fitoestrógenos: apigenina, luteolina, quercetina, medicarpina, coumestrol, liquiritigenina e isoliquiritigenina (RAFINSKA et al., 2017). Em estudos com ratas tratadas com extrato etanólico de *M. sativa* (durante 22 dias) foi observado um aumento expressivo dos níveis séricos de progesterona que foi atribuído ao efeito estrogênico da alfafa na alimentação desses animais (AHMAD et al., 2013). Já foram comprovadas as ações de coumestrol, liquiritigenina e isoliquiritigenina em receptores específicos para estrógeno e também existem relatos da ação da apigenina e quercetina com intensa atividade estrogênica que pode indicar o seu potencial para tratamento de tumores relacionados à ação hormonal (BORA; SHARMA, 2011b; RAFINSKA et al., 2017).

20.3.2 *Efeito antimicrobiano*: a ação antimicrobiana de *M. sativa* contra bactérias (gram-positivo e gram-negativo) e fungos patogênicos é amplamente estudada. O efeito antimicrobiano atribuído a presença das saponinas e das sapogeninas de *M. sativa* foi bem caracterizado em estudos realizados por Avato et al. (2006) no qual comprovaram que a presença de açúcares ligados as moléculas das saponinas não são determinantes para sua ação antimicrobiana. Esse mesmo estudo ainda demonstrou que a ação antimicrobiana ocorre predominantemente nas bactérias gram-positiva e que a ação de *M. sativa* está diretamente relacionada ao seu conteúdo de ácido medicagênico, uma aglicona que se apresenta em maiores concentrações na raiz da planta (AVATO et al., 2006). O ácido medicagênico também possui ação antifúngica contra *Cryptococcus neoformans*, fungo de grande importância em animais e humanos por ser responsável pela criptococose (POLACHECK et al., 1986). Estudos realizados por Sadowska et al. (2014) caracterizaram a ação antifúngica da fração enriquecida de saponinas obtida das partes aéreas e da raiz de *M. sativa* no combate ao fungo *Candida albicans*, um dos fungos patogênicos de maior comprometimento em pacientes imunodeprimidos e também que apresenta maior resistência aos medicamentos antifúngicos que existem no mercado. Estudos realizados com a aescina, uma saponina isolada de *M. sativa*, também comprovaram a ação antifúngica no combate a outros fungos patogênicos de plantas, como *Trichoderma viride* e a *Sclerotium rolsfsii* (GRUIZ, 1996). Foi comprovada que a ação antifúngica da *M. sativa* contra o fungo patogênico vegetal *Pyricularia oryzae* ocorre pela ação das prosapageninas, que são saponinas que atuam alterando a integridade estrutural da membrana celular desse fungo (ABBRUSCATO et al., 2014).

2033 *Atividade antioxidante*: estudos *in vitro* realizados com brotos da alfafa demonstraram possuir elevada ação antioxidante atribuída provavelmente a presença dos ácidos fenólicos em sua composição como os ácidos ferulico, p-coumarico, cafeico e 5-0-cafeoilquinico (SILVA et al., 2013). A ação antioxidante de *M. sativa* também pode ser benéfica na proteção do Sistema Nervoso Central. Estudos realizados por Bora e Sharma (2011a) demonstraram que o extrato metanólico de *M. sativa* possui ação antioxidante capaz de reduzir os efeitos deletérios das espécies reativas de oxigênio gerados durante o processo de isquemia e reperfusão no cérebro de camundongos. Portanto, esses resultados sugerem que existe uma efetiva ação antioxidante na espécie *M. sativa* com potencial efeito terapêutico no tratamento de acidentes vasculares cerebrais ou mesmo como um tratamento preventivo que impeça a perda de memória (BORA; SHARMA, 2011b).

2034 *Protetor do fígado*: o extrato aquoso liofilizado de *M. sativa* apresentou ação hepatoprotetora em estudos realizados com ratos submetidos à lesão hepática induzida por tetracloreto de carbono que provoca lesões necróticas no fígado e também a esteatose hepática. O tratamento dos animais durante 21 dias com o extrato de alfafa foi efetivo tanto na redução das lesões macroscópicas como nos parâmetros bioquímicos hepáticos. O estudo atribui a ação hepatoprotetora da alfafa a sua propriedade antioxidante (AL-DOSARI, 2012).

2035 *Efeito antitumoral*: estudos comprovam que duas isoflavonas isoladas das folhas da alfafa (medicarpina e millepurpana) podem ser utilizadas como substâncias quimiopreventivas (substâncias capazes de reverter, bloquear ou prevenir o surgimento de tumores) ou como substâncias capazes de potencializar a ação citotoxicidade de alguns fármacos quimioterápicos já consagrados no tratamento do câncer como a vimblastina ou a doxorubicina. Essa ação conjunta pode contribuir para uma ação antitumoral muito mais efetiva e abrangente, diminuir a resistência de células tumorais e melhorar a eficácia dos quimioterápicos já existentes no mercado (GATOUILLAT et al., 2014, 2015). Além das isoflavonas, existem relatos da ação antitumoral das saponinas de *M. sativa*, especificamente da hederagenina. Essa saponina reduziu a proliferação celular de diferentes linhagens tumorais em estudos *in vitro* e também foi capaz de potencializar o efeito da cisplatina, um quimioterápico muito utilizado no tratamento de alguns tipos de cânceres como o do colo do útero (AVATO et al., 2017).

2036 *Ações sobre doenças cardiovasculares e a diabetes*: estudos realizados por Gomathi et al. (2014) descreveram o efeito protetor do coração contra o infarto do miocárdio induzido por isoproterenol em ratos através do tratamento com o extrato etanólico de *M. sativa*. Um concentrado protéico hidrolisado da alfafa também apresentou ação antihipertensiva em estudos *in vivo* e *in vitro* ao inibir a enzima conversora da angiotensina (ECA) (KAPEL et al., 2006). O efeito hipocolesterolêmico (redução dos níveis de colesterol sanguíneo) foi comprovado em um estudo com ratos submetidos a uma dieta rica em lipídios na qual se demonstrou que o tratamento com o extrato de saponina

da alfafa (durante 5 semanas) promoveu uma efetiva redução do colesterol total (SHI et al., 2014). A presença de saponinas na alfafa foi responsável pela redução na absorção intestinal de colesterol e na prevenção da arteriosclerose (VAN WYK; WINK, 2004). O efeito de redução da formação de placas ateromatosas e a ação hipocolesterolêmica foram observados em primatas e coelhos. O efeito de reduzir o colesterol sanguíneo foi atribuído a saponina da alfafa que reduziu os níveis de colesterol total sem alterar a lipoproteína HDL, considerado o bom colesterol (MALINOW et al., 1978, 1980, 1981). A capacidade de reduzir o colesterol atribuído às saponinas da alfafa se deve a sua capacidade de alterar a expressão gênica de enzimas envolvidos na síntese de colesterol no fígado, reduzir a absorção intestinal do colesterol da dieta e também ao aumento da capacidade de eliminar o colesterol (LINAG et al., 2015; SHI et al., 2014).

A salinidade no solo é um dos fatores capaz de alterar a composição de polifenóis existentes na planta. Em um estudo comparativo com alfafa cultivada em solo em diferentes condições de salinidade, se constatou que houve um aumento significativo de polifenóis presentes nas plantas cultivadas em ambiente com alta salinidade (MARTÍNEZ et al., 2016). Essa alfafa cultivada em condições de alta salinidade foi utilizada na dieta (durante cinco semanas) de ratos espontaneamente hipertensos e foi demonstrado que houve redução da pressão arterial. Além disso, a dieta também foi capaz de reduzir na formação de cálculo renal, houve uma ação protetora contra os danos oxidativos causados pela peroxidação lipídica no fígado e a dieta também foi capaz de melhorar os níveis glicêmicos do plasma indicando o seu potencial efeito no combate da diabetes (MARTÍNEZ et al., 2016). O efeito antidiabético também foi observado por Baxi et al. (2010) que observaram que a administração do extrato etanólico das folhas de *M. sativa* (durante 30 dias) foi capaz de reduzir os índices glicêmicos dos ratos com diabetes induzido por aloxana. O extrato aquoso liofilizado de *M. sativa* administrado durante quatro semanas foi capaz de reduzir a glicemia pós- prandial de ratos diabéticos tipo 2 (WINIARSKA et al., 2007).

203.7 Ação antiinflamatória: a fração acetato de etila obtida dos brotos da alfafa possui efeito antiinflamatório demonstrado em estudos *in vivo* e *in vitro*, inibindo a produção de citocinas pró-inflamatórias (HONG et al., 2009b). Existem relatos também da ação anti-inflamatória *in vitro* na qual os polissacarídeos obtido do caule da alfafa inibiram a liberação das citocinas pró- inflamatórias (IL-1 β , IL-6 e COX-2), contribuindo, assim, para a redução do processo inflamatório agudo (CHEN et al., 2015a, 2015b). Estudos têm indicado que uma dieta rica em fitoestrógenos como a isoflavona é capaz de aliviar e/ou reduzir a gravidade de doenças auto-imunes como o lúpus eritematoso sistêmico. Em um estudo realizado com camundongos geneticamente modificados que apresentaram espontaneamente lúpus, se observou que o tratamento desses animais com o extrato acetato de etila dos brotos da alfafa (durante 6 semanas) foi capaz de atenuar a resposta inflamatória

ao reduzir a gravidade da doença e aumentar a sobrevivência dos animais com a doença (HONG et al., 2009a).

20.3.8 *Efeito hemolítico*: Uma das características farmacológicas mais importantes das saponinas é a hemólise, ou seja, a ruptura da membrana plasmática do eritrócito. Isso se deve a propriedade das saponinas interagirem com o colesterol da membrana levando a desestabilização da membrana celular. Basicamente dois tipos de saponinas estão presentes na alfafa, as que possuem atividade hemolítica (o ácido medicagenico, ácido zanhico, hederagenina, bayogenina, ácido 2 β ,3 β dihidroxi-23-oxo-olean-12-en-28oico) e as que não possuem esta ação (a soyasapogenol A, B, C, D, E e F). A atividade hemolítica das saponinas estão relacionadas com o tipo de aglicona ligada e a sua afinidade pela membrana. Ácido medicagenico e a hederagenina glicosilada possuem maior atividade hemolítica do que o ácido zanhico glicosilado (GAWEL et al., 2017; RAFINSKA et al., 2017).

20.3.9 *Ação ansiolítica*: estudos pré-clínicos relatam a ação ansiolítica atribuída a alfafa (BORA; SHARMA, 2011b).

20.3.10 *Efeito nematocida*: saponinas são conhecidas por sua ação nematocida e no controle de insetos. Isso instigou os pesquisadores a avaliar o potencial efeito nematocida da *M. sativa*. Um estudo realizado com diferentes espécies de alfafa comprova a sua ação no combate do nematóide *Xiphinema index* que ataca diversas espécies de uva. A eficácia do efeito nematocida da *M. sativa* foi atribuída à presença de prosapogeninas e sapogeninas, sendo que as prosapogeninas foram as mais efetivas. O provável mecanismo de ação nematocida de *M. sativa* é devido a capacidade de interação das saponinas com as proteínas de colágeno da cutícula do nematóide (ARGENTIERI et al., 2008).

20.4 **Estudos clínicos em humanos**- Apesar dos diversos estudos pré-clínicos com a alfafa já realizados até o presente, e da grande potencialidade terapêutica que a planta tem demonstrado, poucos estudos clínicos atualizados foram realizados em humanos. Estudos realizados em pacientes com colesterol elevado e tratados com as sementes de alfafa apresentaram a normalização das concentrações plasmáticas. Foi relatado também um efeito hipoglicemiante em pacientes que faziam consumo de seu extrato e a ação hipoglicemiante foi atribuída à presença de manganês em sua composição (BARNES et al., 2004; VAN WYK; WINK, 2004).

20.5 **Efeitos colaterais e toxicidade** - A alfafa é recomendada pela EFSA (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar) como um suplemento alimentar seguro, porém a segurança de uso dessa planta requer mais estudos. Na literatura existem alguns relatos de possíveis efeitos tóxicos (RAFINSKA et al., 2017). A semente da alfafa tem sido apontada como indutor de lúpus eritematoso sistêmico em estudos com primatas. Essa atividade foi atribuída à presença de canavanina (um aminoácido não protéico) presente em sua composição. A canavanina possui ação

tóxica em várias espécies animais e sua concentração se encontra mais elevada nas sementes, mas sua presença também é observada nas folhas da alfafa (GAWEL et al., 2017). Existem também relatos da ocorrência de pancitopenia (redução expressiva das hemácias, leucócitos e plaquetas) em decorrência de grande ingestão da sementes da alfafa, entretanto, são raros os estudos acerca da segurança de uso dessa planta (BARNES et al., 2004; VAN WYK; WINK, 2004). Estudos realizados com a alfafa sem saponinas na dieta de roedores e primatas demonstraram que houve redução dos níveis lipídicos sem sinais evidentes de toxicidade. A alfafa sem saponina não possui a canavanina. A espécie também não apresentou ação mutagênica em estudos *in vitro* (BARNES et al., 2004).

20.6 Contra-indicações - Apesar de estudos pré-clínicos em animais apontarem a alfafa como potencial agente terapêutico no tratamento do lúpus, essa espécie foi contra-indicada para portadores de lúpus eritematoso sistêmico em humanos. A ingestão de grande quantidade de alfafa deve ser evitada em decorrência de possíveis efeitos estrogênicos e anticoagulantes. O uso excessivo da planta pode interferir na terapia de pacientes que fazem uso de anticoagulantes ou de terapia hormonal (contraceptivos orais e reposição hormonal). Na gestação e lactação não é recomendado a ingestão de grandes quantidades de sementes da alfafa pois existem relatos de alterações no ciclo menstrual e de uma ação lactogênica (BARNES et al., 2004).

Referências

- ABBRUSCATO, P.; TOSI, S.; CRISPINO, L.; BIAZZI, E.; MENIN, B.; PICCO, A. M.; PECETTI, L.; AVATO, P.; TAVA, A. Triterpenoid glycosides from *Medicago sativa* as antifungal agents against *Pyricularia oryzae*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 46, p. 11030-11036, Oct. 2014. DOI: 10.1021/jf5049063.
- AHMAD, N.; ZIA, U. R.; AKHTAR, N.; ALI, S.; AHMAD, M.; AHMAD, I. Effects of *Medicago sativa* on some serum biochemical metabolites in rats. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 15, n. 1, p. 297-300, 2013.
- AL-DOSARI, M. S. In vitro and in vivo antioxidant activity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on carbon tetrachloride intoxicated rats. **The American Journal of Chinese Medicine**, v. 40, n. 4, p. 779-793, 2012. DOI: 10.1142/S0192415X12500589.
- ARGENTIERI, M. P.; D'ADDABBO, T.; TAVA, A.; AGOSTINELLI, A.; JURZYSTA, M.; AVATO, P. Evaluation of nematicidal properties of saponins from *Medicago* spp. **European Journal of Plant Pathology**, v. 120, n. 2, p. 189-197, Feb. 2008. DOI: 10.1007/s10658-007-9207- 8.
- AVATO, P.; BUCCI, R.; TAVA, A.; VITALI, C.; ROSATO, A.; BIALY, Z.; JURZYSTA, M. Antimicrobial activity of saponins from *Medicago* sp.: structure-activity relationship. **Phytotherapy Research**, v. 20, n. 6, p. 454-457, 2006. DOI: 10.1002/ptr.1876.
- AVATO, P.; MIGONI, D.; ARGENTIERI, M.; FANIZZI, F. P.; TAVA, A. Activity of saponins from *Medicago* species against HeLa and MCF-7 cell lines and their capacity to potentiate Cisplatin effect. **Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 11, p. 1508-1518, 2017. DOI: 10.2174/1871520617666170727152805.
- BARNES, J.; ANDERSON, L. A.; PHILIPSON, D. **Plantas medicinales**. Barcelona: Pharma Editores, 2004. p. 63-65.
- BAXI, D. B.; SINGH, P. K.; DOSHI, A. A.; ARYA, S. M. R.; RAMACHANDRAN, A. V. *Medicago sativa* leaf extract supplementation corrects diabetes induced dyslipidemia, oxidative stress and hepatic renal functions and exerts antihyperglycaemic action as effective as metformin. **Annal of Biological Research**, v. 1, n. 3, p. 107-119, 2010.
- BORA, K. S.; SHARMA, A. Evaluation of antioxidant and cerebroprotective effect of *Medicago sativa* Linn. against ischemia and reperfusion insult. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, article ID 792167, 9 p., 2011a. DOI: 10.1093/ecam/neq019.
- BORA, K. S.; SHARMA, A. Phytochemical and pharmacological potencial of *Medicago sativa*: a review. **Pharmaceutical Biology**, v. 49, n. 2, p. 211-220, Feb. 2011b. DOI: 10.3109/13880209.2010.504732.
- CHEN, L.; LIU, J.; ZHANG, Y.; DAI, B.; AN, Y.; YU, L. Structural, thermal and anti-inflammatory properties of a novel peptic polysaccharide from alfalfa (*Medicago sativa* L.) stem. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 12, p. 3219-3228, 2015a. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00494.
- CHEN, L.; LIU, J.; ZHANG, Y.; NIU, Y.; DAI, B.; YU, L. A novel alkaline hemicellulosic heteroxylan isolated from alfalfa (*Medicago sativa* L.) stem and its thermal and anti-inflammatory properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 11, p. 2970-2978, 2015b. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00063.
- GATOUILLAT, G.; MAGID, A. A.; BERTIN, E.; EL BTAOURI, H.; MORJANI, H.; LAVAUD, C.; MADOULET, C. Medicarpin and millepurpan, two flavonoids isolated from *Medicago sativa*, induce apoptosis and overcome multidrug resistance in leukemia P388 cells. **Phytomedicine**, v. 22, n. 13, p. 1186-1194, 2015. DOI: 10.1016/j.phymed.2015.09.005.

GATOUILLAT, G.; MAGID, A. A.; BERTIN, E.; OKIEMY-AKELI, M. G.; MORJANI, H.; LAVAUD, C.; MADOULET, C. Cytotoxicity and apoptosis induced by alfalfa (*Medicago sativa*) leaf extracts in sensitive and multidrug-resistant tumor cells. **Nutrition and Cancer**, v. 66, n. 3, p. 483-491, 2014. DOI: 10.1080/01635581.2014.884228.

GAWEŁ, E.; GRZELAKB, M.; JANYSZEKC, M. Lucerne (*Medicago sativa* L.) in the human diet-case reports and short reports. **Journal of Herbal Medicine**, 2017. DOI: 10.1016/j.hermed.2017.07.002.

GOMATHI, R.; VIJIPRIYA, M.; USHA, K. Cardioprotective effect of ethanolic extract of *Medicago sativa* stem on isoproterenol induced myocardial infarction in Wistar albino rats. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 2, p. 839-842, 2014.

GRUIZ, K. Fungitoxic activity of saponins: practical use and fundamental principles. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 404, p. 527-534, 1996. DOI: 10.1007/978-1-4899-1367-8_43.

HONG, Y. H.; HUANG, C. J.; WANG, S. C.; LIN, B. F. The ethyl acetate extract of alfalfa sprout ameliorates disease severity of autoimmune-prone MRL-*lpr/lpr* mice. **Lupus**, v. 18, p. 206-215, 2009a. DOI: 10.1177/0961203308095450.

HONG, Y.; CHAO, W.; CHEN, M.; LIN, B. Ethyl acetate extracts of alfalfa (*Medicago sativa* L.) sprouts inhibit lipopolysaccharide-induced inflammation *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Biomedical Science**, v. 16, n. 64, p. 1-12, 2009b. DOI: 10.1186/1423-0127-16-64.

KAPEL, R.; CHABEAU, A.; LESAGE, J.; RIVIERE, G.; DHULSTER, P. Production, in continuous enzymatic membrane reactor, of an anti-hypertensive hydrolysate from an industrial alfalfa white protein concentrate exhibiting ACE inhibitory and opioid activities. **Food Chemistry**, v. 98, n. 1, p. 120-126, 2006. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.062.

LIANG, X.-P.; ZHANG, D.-Q.; CHEN, Y.-Y., GUO, R.; WANG, J.; WANG, C.-Z.; SHI, Y.-H. Effects of alfalfa saponin extract on mRNA expression of Ldlr, LXR α , and FXR in BRL cells. **Biomedicine & Biotechnology**, v. 16, n. 6, p. 479-486, 2015. DOI: 10.1631/jzus.B1400343.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 284 p.

MALINOW, M. R.; CONNOR, W. E.; MCLAUGHLIN, P.; STAFFORD, C.; LIN, D. S.; LIVINGSTON, L.; KOHLER, G. O.; MCNULTY, W. P. Cholesterol and bile acid balance in *Macaca fascicularis*. **Journal of Clinical Investigation**, v. 67, p. 156-162, 1981. DOI: 10.1172/JCI110008.

MALINOW, M. R.; MCLAUGHLIN, P.; NAITO, H. K.; LEWIS, L. A.; MCNULTY, W. P. Effect of alfalfa meal on shrinkage (regressin) of atherosclerotic plaques during cholesterol feeding in monkeys. **Atherosclerosis**, v. 1, p. 27-43, 1978. DOI: 10.1016/0021-9150(78)90150-8.

MALINOW, M. R.; MCLAUGHLIN, P.; STAFFORD, C.; LIVINGSTON, A. L.; KOHLER, G. O. Alfalfa saponins and alfalfa seeds. Dietary effects in cholesterol-fed rabbits. **Atherosclerosis**, v. 37, n. 3, p. 433-438, 1980. DOI: 10.1016/0021-9150(80)90148-3.

MARTÍNEZ, R.; KAPRAVELOU, G.; PORRES, J. M.; MELESIO, A. M.; HERAS, L.; CANTARERO, S.; GRIBBLE, F. M.; PARKER, H.; ARANDA, P.; LÓPEZ-JURADO, M. *Medicago sativa* L., a functional food to relieve hypertension and metabolic disorders in a spontaneously hypertensive rat model. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 470-484, Oct. 2016. DOI: 10.1016/j.jff.2016.08.013.

MIELMANN, A. The utilisation of lucerne (*Medicago sativa*): a review. **British Food Journal**, v. 115, n. 4, p. 590-600, 2013. DOI: 10.1108/00070701311317865.

- POLACHEK, I.; ZEAVI, U.; NAIM, M.; LEVY, M.; EVRON, R. The susceptibility of *Cryptococcus neoformans* to an antimycotic agent (G2) from alfalfa. **Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg A**, v. 261, n. 4, p. 481-486, 1986. DOI: 10.1016/S0176-6724(86)80080-3.
- RAFINSKA, K.; POMANSTOWSKI, P.; WRONA, O.; GÓRECKI, R.; BUSZEWSKI, B. *Medicago sativa* as a source of secondary metabolites for agriculture and pharmaceutical industry. **Phytochemistry Letters**, v. 20, p. 520-539, June 2017. DOI: 10.1016/j.phytol.2016.12.006.
- SADOWSKA, B.; BUDZYNSKA, A.; WIECKOWSKA-SZAKIEL, M.; PASZKIEWICZ, M.; STOCHMAL, A.; MONIUSZKO-SZAJWAJ, B.; KOWALCZYK, M.; ROZALSKA, B. New pharmacological properties of *Medicago sativa* and *Saponaria officinalis* saponin-rich fractions addressed to *Candida albicans*. **Journal of Medical Microbiology**, v. 63, p. 1076-1086, 2014. DOI: 10.1099/jmm.0.075291-0.
- SHI, Y.; GUO, R.; WANG, X.; YUAN, D.; ZHANG, S.; WANG, J.; YAN, X.; WANG, C. The regulation of alfalfa saponin extract on key genes involved in hepatic cholesterol metabolism in hyperlipidemic rats. **PLoS One**, v. 9, n. 2, e88282, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0088282.
- SILVA, L. R.; PEREIRA, M. J.; AZEVEDO, J.; GONÇALVES, R. F.; VALENTÃO, P.; PINHO, P. G. de; ANDRADE, P. B. *Glycine max* (L.) Merr., *Vigna radiata* L. and *Medicago sativa* L. sprouts: a natural source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 167-175, Jan. 2013. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.10.025.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS; Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 323 p.
- VAN WYK, B.; WINK, M. **Medicinal plants of the world**. Oregon: Timber, 2004. 201 p.
- WINIARSKA, H.; DWORACKA, M.; BOROWSKA, M.; BOBKIEWICZ-KOZLOWSKA, T.; GORECKI, P.; MŚCISZ, A.; MROZIKIEWICZ, P.M. The effects of plant extracts of *Medicago sativa* and *Trigonella foenum-graecum* on postprandial glucose levels in type 2 diabetic rats. **Herba Polonica**, v. 53, n. 4, p. 34-44, 2007.

Notas



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

